ISSN 1017-0863

行政院農業委員會農業試驗所

技術服務季刊

123

第31卷第3期

2020年9月

青割玉米收穫適期之判斷
辣椒安全生產技術（下）
木耳栽培病害管理模式介紹
應用高分辨率熔解 (High-Resolution Melting, HRM) 進行番茄分子標誌輔助選拔
孤挺花組織培養苗量化繁殖技術簡介

Technical Service Quarterly Bulletin
Taiwan Agricultural Research Institute

第31卷第3期

中華民國109年9月出版

目錄

封面說明：木耳是台灣最近幾年栽培數量逐漸上升的重要菇種，為使農民朋友了解木耳常見病害種類，本期為文說明木耳病害管理要領，期使農友可以藉由不仰賴農藥的栽培管控方式進行防治。（詳見本期第7頁）

◎圖/文 植病組 李瑋崧

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：林學詩
總 編 輯：方尚仁
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　　台中市中山路6號　(04) 22260330
■國家書店松江門市
　台北市松江路209號1樓　(02) 25180207 (代表號)
■國家網路書店：https：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
　　　　　台中市漢口路3段55巷21號　(04) 22932036
定　　價：NT 50 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　　NT$50

農藝作物

■青割玉米收穫適期之判斷
戴宏宇 謝光照 1

園藝作物

■辣椒安全生產技術（下）
賴信順 3

植物病理

■木耳栽培病害管理模式介紹
李瑋崧 呂昀陞 陳美杏 7

作物育種

■應用高分辨率熔解(High-Resolution Melting, HRM)進行番茄分子標誌輔助選拔
康樂 13

生物技術

■孤挺花組織培養苗量化繁殖技術簡介
陳威臣 夏奇鈮 曹進義 18

農產加工

■科學化感官品評應用於水果之探討
劉威廷 劉伯康 24

出國報告

■帛琉栽培咖啡、可可、香莢蘭作物的評估
張淑芬 葉志新 30

新聞訊息

■害蟲資訊一把抓~應用AI人工智慧 農民也能成為害蟲專家
姚美吉 石憲宗 37

青割玉米收穫適期之判斷

農試所作物組 戴宏宇 謝光照

一、前言

台灣每年需要61.7萬噸乾草供餵養牛(15萬頭)、羊(15萬頭)及鹿(1.9萬頭)等草食動物；然而目前國產芻料自給率約為53%，若以青割玉米計算，每年仍需投入2.3萬公頃生產，方能滿足前述需求。此外，國外進口牧草碳足跡及單價較高，對於飼料成本動輒占生產成本3至5成的畜牧業而言，國產芻料具在地生產及價格便宜競爭優勢。因此為提升芻料自給率、調整耕地使用結構與休耕地鼓勵轉作進口替代作物，青割玉米及其他牧草為目前重要政策推廣作物。

青割玉米直接作為青芻料(forage)或青貯發酵後製成的青貯料(silage)，皆為嗜口性佳且營養價值頗高的芻料，故青割玉米有「芻料之王」之稱。其用來餵飼乳牛，可提高泌乳量及乳脂率。國內曾作為青割利用的玉米品種包含台農3號、台南24號、台南29號、明豐3號及墾丁1號等，主要產區為嘉義及台南地區。近年來，除了主要產區，亦有桃竹地區青農，嘗試於北部種植青割玉米等芻料作物，以滿足在地牧場需求。有別於硬質玉米於生理成熟期後，植株枯黃、乾燥後收穫利用，青割玉米於糊熟期採收利用，過早(晚)收穫會導致乾物率過低(高)，除了影響產量，對於後續青貯發酵品質也會造成不良影響，因此有效判斷收穫適期除有助於提高品質，亦有利於農民管理收穫時程。

二、青割玉米收穫適期簡易判定特徵

玉米籽粒用手指擠壓時沒有乳狀液流出時為糊熟期，即為青貯料用玉米最適收穫期，收割時玉米籽粒含水率在45%時，同時整株含水率約在65-68%，果穗上的褐色花絲開始脫落時，收割可獲得最大的乾物質產量，最適合作青貯料，品質最佳且具最大的飼養價值(圖一)。青割玉米當最適收穫期延後數天時，雖然莖葉、苞葉與穗軸的可消化性物質百分比會遞減，但籽粒可消化性物質的含量隨成熟度提高而增加，仍能

作　　者：戴宏宇助理研究員
連絡電話：04-23317111

維持整株之可消化性物質總量，此段時間約有7-10天，雖然錯過最適收穫期，尚可彌補對整株乾物重的可消化性物質消減幅度。

三、青割玉米收穫適期預測指標

(一)、生育日數

生育日數以播種、吐絲期等特定時間點為起點，以特定天數估算青割玉米收穫適期。生育日數較為直觀易用，但無法考量氣溫所造成生長速度差異，誤差較大。春作在吐絲後21-28天收割，秋作在吐絲後35-45天，裡作以吐絲後50天收割最佳。

(二)、生長有效積溫

指定期間內每日平均氣溫減去基礎生長溫度(10℃)之總和，稱為該期間之有效積溫。有效積溫考慮作物生長期間之氣溫變化，故較生育日數估算再現性高，為目前作物栽培管理常用指標。例如台農1號吐絲期至採收適期的有效積溫為405度日(℃d)；台南24號吐絲期至採收適期的有效積溫為419度日(℃d)；而晚熟

圖一、收穫適期(糊熟期)的青割玉米果穗外觀。

品種明豐3號，吐絲期至採收適期的有效積溫為530度日(℃d)；當植株的含水量較少時，底層葉片呈現枯黃，此時收穫的玉米新鮮植株適合當青貯料。

四、結語

國產青割玉米具有在地生產、降低牧農成本及替代進口牧草等優點。生產高產與優良品質的青割玉米，除需考量適當的品種與肥培栽培管理外，適當的收穫期更是直接餵飼或青貯等芻料利用品質的關鍵因素。本文介紹青割玉米收穫適期簡易形態判定及預測指標(生育日數、有效積溫)，盼有助於提升青割玉米產業整體生產效益與精進管理。

六、引用文獻

林正斌、盧啟信、李姿蓉。2017。改善國產牧草自給率低之策略。畜產專訊102：1–3。

Daynard, T. B. and R. B. Hunter. 1975. Relationship among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant corn silage. Can. J. Plant Sci. 55：77–84.

Keiser, H. V. 1981. When should silage maize be harvested? DLG-Mitteilungen Vol.95 No.15 pp.838–839.

Pinter, L., 1986. Ideal type of forage maize (Zea mays L.). In: O. Dolstra & P. Miedema, (Eds) Breeding of silage maize, pp.123–130. Pudoc Wageningen., Netherlands.

辣椒安全生產技術(下)

農試所鳳山分所 賴信順

（接續上篇）

五、辣椒常見病害

辣椒田間栽培關鍵的病害有青枯病、炭疽病、白粉病與細菌性斑點病。以下針對這些病害簡要介紹，並依辣椒不同生育期說明其防治技術。

(一)、青枯病

青枯病是由細菌所引起的維管束病害，病原菌可以在土裡長期存活。青枯病病原菌可藉由土壤、耕作機械、作物繁殖體、風雨飛濺、灌溉水、寄主植物根部與根部接觸等方式傳播。傷口是青枯病菌侵入感染的重要管道，青枯病原菌可經由植物的自然開口及任何部位出現之傷口侵入植物體內，並蔓延於維管束內，造成植株外觀雖然保持綠色，但會快速萎凋死亡。青枯病在高溫多濕的季節容易發生，為台灣夏季種植茄科作物的限制因子之一。

目前主要的防治方式為種植抗病品種、水分管理、田間衛生與輪作等栽培管理手段。青枯病對辣椒來說是一個嚴重影響產量的病害，目前在農藥資訊服務網上有登記1x10^{9} cfu/g液化澱粉芽孢桿菌PMB01可濕性粉劑供防治青枯病使用。青枯病在辣椒上的發病速度很快，除非農民誤判病害種類且未依核准防治藥劑進行防治，否則青枯病並不會是導致辣椒農藥殘留違規的病害。

(二)、炭疽病

辣椒炭疽病是由真菌所引起的病害，好發於高濕的環境，主要是侵害果實時造成水浸狀病斑，導致失去商品價值。初期產生圓形褐色斑點於辣椒熟果上(圖一)，逐漸擴大。後期病斑向下凹陷，產

圖一、辣椒感染炭疽病。

作　　者：賴信順助理研究員
連絡電話：07-7310191-153

生許多病原菌之分生孢子堆呈黑色小點，如濕度高時則分生孢子呈粉紅色。分生孢子作為感染源，藉種子及田間殘株而傳播病害。炭疽病好發於雨季，為了降低炭疽病對辣椒果實的危害，嘉義縣布袋地區發展出辣椒隧道式栽培技術，以避免雨季時炭疽病嚴重影響產量。

炭疽病好發於高濕的環境，因此在雨天前後須進行炭疽病的防治工作。在植株生長期可選用安全採收期較長且作用機制不同的待克利與百克敏輪流使用，以降低抗藥性的發生。在採收期時，則須選用安全採收期較短的腈硫醌，以降低農藥殘留超標的風險。若炭疽病嚴重危害時，則應先清除罹病果實，使採收間隔拉長為7天，選用三氟得克利或氟殺克敏進行防治工作。

(三)、白粉病

辣椒白粉病由真菌引起的病害，好發於溫暖乾燥的環境，通常南部在秋冬季節容易發生。罹病葉片覆蓋上一層白粉，為白粉病的分生孢子，將藉風吹散，隨著氣流而傳播。

在植株生長初期可選用普克利，生長中期則可選用安全採收期6-7天的藥劑，但應注意輪流使用不同作用機制的藥劑，以避免抗藥性的發生。在採收期時，可選用可濕性硫黃或礦物油，兩者無安全採收期限制，且安全性高。不過這兩種藥劑在使用時一定要避開高溫環境，並且兩者不能統混使用，以免對辣椒產生藥害。

(四)、細菌性斑點病

辣椒細菌性斑點病通常在連續下雨季節，病原菌藉由雨水飛濺，經植株傷口或氣孔侵入及感染，迅速傳播造成嚴重危害。感染初期在葉片引起水浸狀小斑點(圖二)，隨後逐漸擴大為不規則圓形病斑，顏色由黃綠轉為深褐色，最後變為壞疽，中央呈灰褐色，甚至成為破洞。

細菌性斑點病與炭疽病發生的環境相似，都是屬於多雨時期常會發生的病害，因此若能直接隔離雨水，避免雨水的噴濺即能降低病害傳播。若無法隔離雨水，則在下雨前噴施三元硫酸銅等保護性的殺菌劑，在葉片形成保護屏障，避免病原菌的感染，在下雨過後，則可噴施維利黴素降低病害的發生。

六、辣椒常見害蟲

辣椒田間關鍵的蟲害有薊馬、蚜蟲、粉蝨與蟎類。以下針對這些害蟲簡要介紹，並依辣椒不同時期說明防治藥劑種類與作用機制，及其他防治技術。

(一)、薊馬

辣椒上常見的薊馬種類為小黃薊馬，卵被產於植物組織內，若蟲與成蟲取食葉脈周圍，嚴重時葉片皺縮，甚至葉片變成狹長狀(圖三)。

薊馬好發於溫暖乾燥的環境，因此在少雨的時期族群數量容易大量發生。辣椒生長初期防治薊馬可利用安全採收期9天以上的藥劑，接近開花期或開花初期可使用安全採收期6-7天的藥劑。在連

續採收期則只有賜諾殺適合使用，此時可以搭配物理防治技術，藉由小黃薊馬對於黃色有顏色偏好，可以在田區內懸掛黃色黏板誘殺成蟲，抑制薊馬族群數量快速上升。

(二)、蚜蟲

辣椒上蚜蟲以棉蚜為主，蚜蟲通常聚集於新梢或葉背，由於刺吸造成葉片皺縮，而蚜蟲分泌蜜露誘發煤煙病，將影響葉片光合作用。

在辣椒生長初期發生蚜蟲可以選用亞滅培或賽速安防治。接近開花期或開花初期可選擇納乃得或畢芬寧，在採收期僅能使用安全採收期3天的達特南。

(三)、粉蝨

辣椒上常見的粉蝨為螺旋粉蝨，其成蟲產卵於葉背，呈螺旋狀排列，並分泌白色臘物覆蓋其上藉以保護，若蟲也會分泌白色粉狀或絲狀物。

粉蝨好發於乾燥不通風的環境，易產生抗藥性，因此在粉蝨防治上除了安全採收期外，更要注意抗藥性的管理。辣椒上粉蝨類的登記藥劑中多數屬於新尼古丁類，僅百利普芬與賜派滅屬於昆蟲生長調節劑。由於採收期可能僅剩下安全採收期3天的達特南可供使用，因此採收期前粉蝨防治應以百利普芬或賜派滅為主，新尼古丁類藥劑為輔。同時種植後應懸掛黃色黏板誘殺粉蝨，以降低農藥的使用次數。

(四)、蟎類

辣椒上常見的蟎類有葉蟎與細蟎，葉蟎多在辣椒葉背取食，被害葉片在葉面上會出現大量聚集的白色小點，嚴重時葉片黃化。細蟎偏好棲息於新梢，新葉會因被取食導致焦枯(圖四)。

圖二、細菌性斑點病造成葉片破損。

圖三、薊馬危害新葉造成葉片皺縮。

圖四、細蟎危害辣椒新葉，造成新葉焦枯。

蟎類亦是好發於乾燥不通風的環境，在辣椒生長初期可以使用安全採收期較長的藥劑，接近開花期或是開花初期可選擇安全採收期6-7天的藥劑，在採收期間可選用安全採收期短的藥劑。

七、結語

以往作物病蟲害的防治上重視的是防治效果，以減少病蟲害，增加農產品品質與產量為重要目標。如今消費者對農產品的關注重點以安全為首要要求，但再漂亮的農產品，只要被發現農藥殘留違規，在消費者的心目中都會降低商品價值。辣椒為連續採收，若是選擇安全採收期不適合的登記藥劑或是農藥稀釋倍數錯誤，依舊有農藥殘留超量的風險，因此遵守藥劑稀釋倍數，選擇合適的登記藥劑，加上使用黃色黏板監測薊馬與粉蝨的密度，掌握施藥時機，除了能降低化學農藥使用量外，亦能生產安全無虞且產量穩定的辣椒。本文整理辣椒病蟲害防治處理窗(表三)，提供農友參考應用。

表三、辣椒病蟲害防治處理窗

目的	定植前	生長期	開花結果初期	採收期
生長環境改良	改善土壤酸鹼值及增加有機質含量			
微生物多樣化	植穴施用菌根菌	灌注或噴施液化澱粉芽孢桿菌、溶磷菌、溶鉀菌、木黴菌或枯草桿菌等其他有益微生物		
增加植物抗性		噴施中性亞磷酸		
監測害蟲發生		懸掛斜紋夜蛾性費洛蒙誘殺器、黃色黏板、藍色黏板		
炭疽病防治	建立防雨設施	待克利(3)、百克敏(11)、三氟得克利(11,3)、氟殺克敏(7,11)、三氟派瑞(7,11)		腈硫醌(M9)
白粉病防治		普克利(3)	白克列(7)、克收欣(11)、氟殺克敏(7,11)、四克利(3)、邁克尼(3)、賽福座(3)	可濕性硫黃(M2)、礦物油(NC)
細菌性斑點病防治	建立防雨設施	維利黴素(26)、三元硫酸銅(M1)、氫氧化銅(M1)		
薊馬類防治	清除週邊開花植物	滅賜克(1A)、覆滅蟎(1A)、佈飛松(1B)、第滅寧(3A)、貝他-賽扶寧(3A)	福化利(3A)、百滅寧(3A)、賽洛寧(3A)、畢芬寧(3A)、益達胺(4A)、亞滅培(4A)、賜諾特(5)	賜諾殺(5)
蚜蟲類防治	清除週邊開花植物	亞滅培(4A)、賽速安(4A)	納乃得(1A)、畢芬寧(3A)	達特南(4A)
粉蝨類防治	清除週邊開花植物	賽果培(4A)	百利普芬(7C)或賜派滅(23)為主 益達胺(4A)、亞滅培(4A)、可尼丁(4A)、速殺氟(4C)、貝賽益達胺(3A,4A)為輔	達特南(4A)
蟎類防治	清除週邊開花植物	阿巴汀(6)、芬佈賜(12B)、畢達本(21A)、芬普蟎(21A)、新殺蟎(un)	畢芬寧(3A)、賽洛寧(3A)、依殺蟎(10B)、芬殺蟎(21A)、賽芬蟎(25A)	密滅汀(6) 賜滅芬(23) 必芬蟎(20D)

*括弧內的文字為該藥劑的作用機制分類

木耳栽培病害管理模式介紹

農試所植病組 李瑋崧 呂昀陞 陳美杏

一、前言

由於國內近年養生風氣之潮流，加上各種「木耳露」飲品的加工產品盛行，國人食用木耳(圖一)量逐年增加，是台灣最近幾年栽培數量逐漸上升的重要菇種，主要栽培品種為毛木耳(*Auricularia polytricha*)，產能則以嘉義縣中埔鄉和竹崎鄉為最多，約占國內總產量1/3，此外，台中市新社區、苗栗縣南庄鄉和宜蘭縣冬山鄉也有規模化栽培，加上太陽能業者推波助瀾，雲林縣和屏東縣許多太陽能設施下也大量購置木耳太空包進行栽培。據農糧署統計，108年木耳總產量達到2.16萬公噸，較107年增加了3,600公噸。栽培上，由於毛木耳出菇成長階段需要大量的新鮮空氣，農民大多以傳統式菇寮栽種，方便在木耳灑水之後以及需要通風時能透過拉開四面黑網快速換氣，因此導致木耳栽培場域對環境危害生物幾乎是不設防，所以時有耳聞一些病害發生。

二、栽培模式和出貨習慣演替

80年代前的台灣，木耳栽培量不到目前1/2，交易產品主要是生鮮木耳，由於木耳容易吸水的特性，因此許多木耳販售前會經過泡水處理。

然而時過境遷，現在風行購買「鮮採」木耳，部分業者推出不經過泡水處理的木耳包裝，同時主打保存期限長達一個月，此類進入超市或量販店販售，配合業者的把關，產品需經過第三方驗證，產銷履歷驗證需要合法用藥登載紀錄，有機驗證則完全不得使用農藥，在消費者逐漸傾向選購驗證農產品的風氣之下，以「養生」成為增產主因的木耳，面對驗證與安全的需求，勢必要以嚴格管理模式取代用藥防治思維，來預防或減少病害發生。

作　　者：李瑋崧助理研究員
連絡電話：04-23317535

三、常見病害

早期可能由於栽培者較少，加上資訊流較為封閉，較少聽聞尋求木耳病害防治之需求，隨著政府大力推廣驗證生產制度，加上農民朋友也認識到安全生產的重要，逐漸有一些農民朋友詢問各種病害發生緣由與預防管理方法，由近幾年的田間輔導經驗，我們發現木耳栽培在台灣常見的病害，有太空包接種養菌初期易汙染介質的紅色麵包黴菌(*Neurospora* spp.)，各階段均能危害的木黴菌 (*Trichoderma* spp.) 引起之綠黴病，還有被菇農稱作虎皮菇（*Polyporus udus*）汙染是最為常見的雜菌與病原菌，以下就這些菌害分別說明。

(一)紅色麵包黴菌

紅色麵包黴菌的學名為*Neurospora* spp.，應不只一個種，其孢子團的顏色有紅色、橘黃色和白色等，初期發生時太空包內會迅速佈滿纖細的菌絲，由外向內觀察，可見猶如塑膠袋內側有層細霧，貌似出汗狀，棉塞或塑膠蓋透氣孔隙上產生白色團狀物，等到橘黃色至橘紅色之分生孢子大量產生，便好似太空包上被放上了一顆顆菠蘿麵包(圖二)。在放置的環境溼度極高或者太空包有孔隙時亦可突破太空包產生，受害太空包上長出不規則的團狀物。紅色麵包黴菌感染主要是藉受潮棉塞或太空包塑膠袋微小破裂處侵入太空包內與木耳菌絲搶奪養分和生存位置(圖三，陶氏等 2003；顧氏、劉氏和張氏 2005；孔氏等 2014)，屬於介質汙染型，另有部分則是菌種本身已經汙染紅色麵包黴菌，以致接種太空包之後形成感染。

紅色麵包黴菌危害初期可見菌落為白色，在太空包中看起來很淡，在陰暗處尤其不易發覺，不過很快會在菌絲上形成一層團狀孢子團，還會產生一種酸味，是辨別此病害的重要特徵，產生的孢子可隨氣流到處飛揚、傳播，此外還能經由昆蟲及工作人員之手和衣物四處散播，在高溫多濕適合之環境下紅色麵包黴菌可快速生長，最快2-3日菌絲即可長滿整個木耳太空包。紅色麵包黴菌散播能力極強，發生後會使木耳太空包產生酸味，並由於其菌絲生長快速，若接種的木耳菌菌量太少，可能會因為被紅色麵包黴菌菌絲包裹住而缺氧，導致木耳菌絲生長勢減弱或全部死亡，不過木耳菌種如果強壯而且量夠多，後面也會蓋過紅色麵包黴菌的菌絲，成功出菇，然而因為紅色麵包黴菌的味道容易吸引蟎類，後續會造成蟎類危害，還是需要小心預防。

紅色麵包黴菌防治管理模式：發現此病害時應即刻將太空包移除，以免感染之發生，並於空舍時期徹底清潔室內。木耳栽培過程中，紅色麵包黴菌易於在太空包棉塞受潮時藉由棉塞孳生，若能在木耳接種前後避免讓棉塞潮溼，該汙染便無法發生！接種前的棉花常會和冷卻降溫的溫度有關，因此應盡量避免溫差太大在棉花上面產生冷凝水，如果接種時發現棉花潮濕，儘可能換成滅菌後的乾燥棉花。而在接種後進入庫

間，也要避免高濕度的環境，如能避免陰雨天入包，減少棉花潮濕的機會，或是在菇舍地板上撒熟石灰藉以降低環境濕度，均可降低此菌的汙染。如果嚴重汙染，應將菇舍清空後，清洗乾淨，可以配合使用0.5%漂白水做環境消毒。

(二)綠黴病

本病害主要由木黴菌(*Trichoderma* spp.)感染所引起，木黴菌可侵害生長中的木耳菌絲導致太空包潰散爛包(陶氏等 2003；孔氏等 2014； 劉氏等 2019)，可同時汙染介質與侵害木耳菌絲；國外報導可在菇蕈類引起病害之木黴菌不只一種，國內則尚無對此進行研究之紀錄。此病主要發生時間點可分為菌絲生長期和養菌期，菌絲生長期是指太空包接種後至初次出菇間，由於木黴菌菌絲之生長速度較一般菇類菌絲快，因此會比菇類更快速纏據太空包並產生綠色孢子，因此若是接種時遭此菌感染，在3-5天內可發現太空包接種部分呈現綠色。

如果木耳割袋後遭感染，因為木黴菌菌絲除了會與菇菌競爭空間和營養外，尚可分泌胞外酵素，會抑制破壞木耳菌絲的細胞壁，此時期或者在未開包時遭感染之太空包因為受感染部分菌絲遭分解，太空包的培養基質因而崩散會轉為柔軟，所以木耳包會軟化，之後大約3-5日內木黴菌即產生綠色孢子，這就是農民說的「青包」。在培養皿上進行對峙培養可以發現，1週內木耳菌絲即被木黴菌消滅殆盡，整個培養皿都開始生成木黴菌孢子(圖四)。木黴菌這種對其他真菌超寄生的特性，使它成為常被用以防治植物真菌病害之拮抗微生物，常見以其發展生物製劑的研究報導。

圖一、木耳栽培樣態。

圖二、紅色麵包黴菌由太空包棉塞處長出團狀物，形狀像是菠蘿麵包。

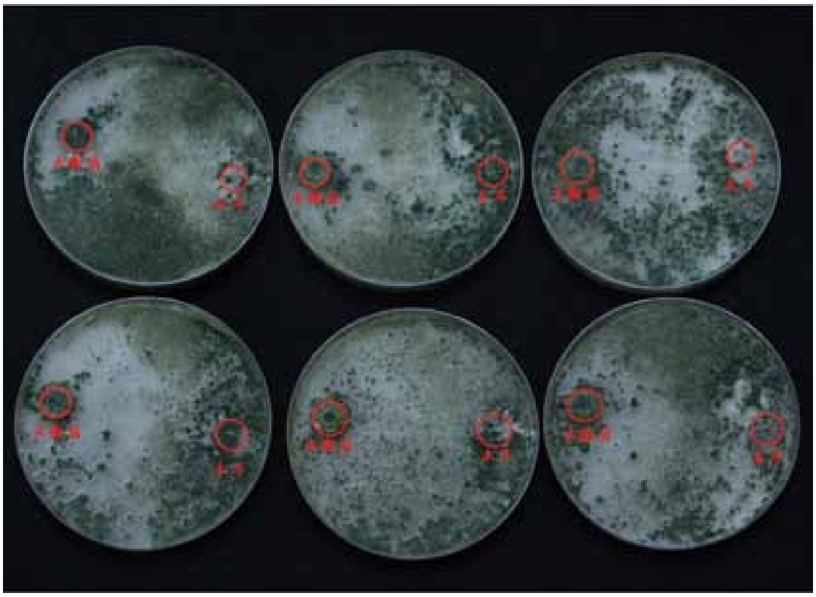
圖三、木耳包因棉塞受潮後普遍遭受紅色麵包黴菌汙染孳生，已由棉塞處長出白色至橘紅色團狀物。

木黴菌在環境中主要藉由分生孢子(即其綠色孢子)傳播，透過風、水、人、昆蟲或小型動物等加以傳播，如果在低溫時，木黴菌本身活力以及生物傳播媒介活力減低而較不易發生，但若遇環境高溫或太空包內氧氣不足使得菇菌活力下降時，木黴菌的菌絲可以快速蔓延佔據太空包，因此，發現菇寮內有木黴菌存在時應立即將之移除，任何罹病太空包都會成為再感染源。防治青包的最佳方法為降低環境中木黴菌之族群數量，減少其在菇寮中傳播孳長。

綠黴病防治管理模式：木黴菌的發生，有許多是在剛割包後管理方法有誤造成，若能在剛割包後避免吹風，以四面遮蔽物做好擋風，此間維持內部相對濕度在85%以上，但不要以水霧直噴太空包，等到木耳的菇體由缺口處長出來，正常的通風換氣就比較不會受到木黴菌汙染而致病。如果栽培時會有明確潮次分野的話，兩水間要能休息數天不通風和噴水，而若是連續採收方式，即頭水尚未採就要從太空包底部開包的管理的方式，最好在頭水木耳大到寬約10公分以上再來割開後端，等頭水木耳採下後，尾端的木耳也還在醞釀中，這時一樣四面做遮蔽擋風，僅維持相對濕度約85%，讓前端的傷口能有至少3日回復期。至於菇體採收完畢後應將殘留基部清除乾淨，避免遭受感染。

(三)虎皮菇(潮潤多孔菌)

虎皮菇是木耳栽培者對它的俗稱，因為菇體表面有類似虎皮的紋路，經圖鑑比對為多孔菌科(Polyporaceae)、多孔菌屬(*Polyporus*)，形態上和同為多孔菌屬的寬鱗多孔菌(*Polyporus squamosus*)極為相似，經分離純化後進行ITS序列分析比對，在NCBI網站上比對出和*P. udus*的ITS序列之Query Cover達96%，代表在木耳太空包所發現的這些虎皮菇的學名應是較為接近*P. udus*，正式名稱為潮潤多孔菌(圖五)。它和木耳一樣都屬於木棲腐生菌，不過它的菌絲在培養基上生長極為緩慢，單純培養在木耳常用的培養基上，虎皮菇的菌絲生長速度都不及木耳菌絲生長



圖四、木黴菌與木耳菌絲塊對峙培養於PDA平板1星期後，木耳菌絲被木黴菌覆蓋，平板上長出木黴菌孢子。

速度的四分之一，並不如其他病原菌生長迅速的特質！

虎皮菇發生於中低海拔林地，主要生長於春夏兩季較高溫時，許多栽培業者認為該菌與木耳係屬共生關係，然而純化培養與共存培養皆不見有何共生現象，即便是單純接種虎皮菇的太空包依然可以獨自出菇，而木耳栽培者描述多在氣候溫暖時，木耳太空包會受其侵害。我們進行虎皮菇和木耳的對峙培養發現，兩種菌的菌絲可以在單相中共存而互不侵犯(圖六)，培養基中觀察不到拮抗線(圖七)，而實際的培養發現，該菌可耐攝氏35度以上高溫與陽光直曬，且接種其菌於木耳太空包後，數日內就可以長出子實體(圖八)。

該菌之傳播主要可能係藉由風力將孢子吹到木耳太空包表面，孢子萌發後侵入，隨後並產生子實體，潮潤多孔菌據載可以食用(Arko *et al*. 2017)，但遭受該菌汙染之太空包，會影響木耳產量的說法可能需要進一步確認。此菌之菌絲生長緩慢，與木耳對峙培養亦不造成木耳菌絲生長減緩或死亡，然而所發生的木耳太空包都有木耳活力極差現象，或者木耳已死亡，又或者太空包已遭木黴菌侵染，研判與陶氏等2019年調查雲南黑木耳病害時於潰爛木耳培養介質中發現*Ceriporia lacerata*和*Irpex lacteus*兩大型真菌菌絲體所推測之成因類似，可能是木耳太空包燒菌，在木耳菌絲生長勢轉弱或死亡後才有其潮潤多孔菌孢子侵入介質生長。

圖五、木耳太空包虎皮菇(潮潤多孔菌)。

圖六、木耳菌絲塊(置平板左側)先於MYG平板培養9日後再移入木耳虎皮菇(潮潤多孔菌，位平板右側)，培養皿未出現拮抗線，證明虎皮菇完全不會抑制木耳菌絲。

圖七、木耳虎皮菇(位平板左側)先於PDA平板培養15日後再移入木耳菌絲塊(置平板右側)，除木耳菌絲無法覆蓋虎皮菇已生長處外，可見培養皿中的地盤正被木耳佔據中。

虎皮菇防治管理模式：木耳太空包的接種通常較為粗放，滅菌完之後先在開放空間放涼之後，再推入密閉空間中接種，如果在放涼期間剛好遇到附近有其他菇農正在清包，就會有機會感染，因此建議接種時不要在開放空間或是降溫時不要吹電風扇給虎皮菇孢子有侵入機會外，春天以後疊包以3-4包一層的堆疊方式，讓太空包較容易散熱，並且在木耳寮上做足遮陰或隔熱，寮內適當以水簾配合抽氣扇或微霧降溫系統，儘量維持寮內溫度能低於攝氏30度，可以避免太空包內木耳菌絲熱死，儘量維持木耳菌絲還是充滿活力，便可降低虎皮菇的危害。

四、結語

其實了解各種病害的發生緣由後，對於如何防範應該能擬出個策略，不過除了栽培時的管理，還要留意環境中衛生，栽培期間除了淨空乾燥菇寮外，漂白水和肥皂水都能夠幫助做環境清潔，能夠刷洗的平面就利用肥皂水刷掉表面灰塵和一些孢子、細菌，不織布或是一些無法刷洗的表面，可以用漂白水來沖洗消毒，本篇介紹能藉由不仰賴農藥的栽培管控方式進行防治，期許可讓產銷履歷和有機驗證農民朋友有防治方法能依循。

圖八、於木耳包上開一小孔接種虎皮菇菌絲，數日內接種孔即長出該多孔菌子實體。

五、參考文獻

陶佳喜、王寶林、劉正國、邱世峰。2003。大別山黑木耳栽培中常見的雜菌及預防。食用菌:2003(4):42-43。

劉紹雄、劉春麗、尚陸娥、李建英、王明月、吳廣彪、羅孝坤。2019。雲南黑木耳常見病害調查及病原分離與鑑定。中國食用菌:38(11):89-94.

顧學峰、劉永心、張召軍。2005。黑木耳製菌期紅色脈孢霉的發生與防治。特種經濟動植物:2005(7):43-44。

孔維麗、康源春、張玉亭、袁瑞奇、孔維威、韓玉娥、祝秀花。2014. 河南省食用菌主要病害調查。中國食用菌: 33(4):57-60.

Arko, P. F., Marzuki, B. M., and Kusmoro, J. 2017. The inventory of edible mushroom in Kamojang Nature Reserve and Nature Park, West Java, Indonesia. Biodiversitas, 18(2):530-540.

應用高分辨率熔解 (High-Resolution Melting, HRM) 進行番茄分子標誌輔助選拔

農試所作物組 康樂

一、前言

番茄果實營養豐富，外型變化多元，是重要的世界性蔬菜作物，在我國的日常生活飲食中佔有重要的角色。由於番茄的市場需求大，經濟價值高，各國的公私部門陸續投入相當多的資源進行番茄相關研究，經由長年累積研究的成果，番茄的基因體不僅已經完成解序，許多影響番茄生長的重要園藝特性及抗耐病特性等基因也已經完成定位，甚至可瞭解部分基因的詳細序列與運作之原理，在蔬菜作物中，番茄成為相關遺傳研究最為清楚的作物。

另一方面，由於番茄在一般栽培模式下必須不斷重新種植，因此對於優良種苗的需求也相當龐大，加上種子細小，番茄雜交一代品系的種子的單價甚至比相同重量的黃金還高。因此，國內外許多種苗公司紛紛投注資源進行優良品種的選育，競爭相當激烈。

一般來說，要選育出一個品系，從一開始的育種族群建立後，大概需要8至10年才能進入品系比較試驗，在這段期間，育種人員必須不斷的在每株都不同的育種族群中，挑選最佳的個體來當作下一期作的親本，這個族群如果越大，就有比較高的機率選出更好的個體，在相同時間內選育出更好的品種。

二、分子標誌輔助育種

在傳統育種中，育種人員在適當環境下栽培番茄，觀察每株的生長狀況並進行篩選，但是大量種植的成本很高，每株成本可能超過台幣100元，若是以每期種植1000株的規模、種植8個期作來算，一個育種族群的成本需求就接近80萬，而這還不能保證選出適當的品種。

為了可以更有效率的選育出更好的品種，隨著分子生物技術的進步，應用已知公開的基因序列資訊，設計不同特性之分子標誌，在種子發芽後就進行篩選，可以有效

作　　者：康樂助理研究員
連絡電話：04-23317133

降低需要種植的族群數，由於番茄的研究相當完善，進行分子輔助育種已經是番茄育種上可行的方式。

不過，從已知公開基因序列資訊，要轉成可穩定且大量快速使用的分子標誌，常常還是需要不斷的嘗試，而且不同的分子標誌分型系統有各自的優勢與限制，就像我們拿著食譜，卻不一定可以像大廚一樣做出好吃的菜色。

筆者有幸在107年8月至108年8月之間，藉由執行「國際化跨域創新與科研產業化人才培育」計畫，並感謝番茄研究室主持人Dr. Samuel Hutton的接待，在美國佛羅里達大學(University of Florida)的墨西哥灣沿岸教育及推廣中心(GCREC, IFAS)，進行番茄重要特性之選拔與育種合作研發。

該實驗室進行番茄育種已近百年，除了歷年來選育出眾多重要品種，近年來更是發表了許多抗病基因，並大量應用高分辨率熔解(High-Resolution Melting, HRM)分型系統，進行分子標誌輔助選拔，成功育出具有多重抗病特性的優良番茄品系，有鑑於國內運用此系統的報告較少，因此撰寫本文介紹此較新發展的分型系統。

三、高分辨率熔解(High-Resolution Melting, HRM)進行分子標誌分型的運作原理

植物的許多特性是受到遺傳物質控制，而不同的遺傳物質有著不同的核苷酸序列，高分辨率熔解(High-Resolution Melting, HRM)主要是利用具有不同序列的遺傳物質片段，由於從雙股螺旋構型熔解變成單股狀態的溫度略有不同，當我們在不同溫度下很精細的觀察遺傳物質的熔解現象，可偵測較小如單一核苷酸多型性(SNP)、及較大範圍如小片段缺失或重複等遺傳物質序列差異，敏感度及設計彈性相當大，且不像許多其他的分型系統須加掛不同螢光於特定序列，因此本系統可大量且便宜的進行目標遺傳物質的分型。

此分型系統的分子標誌的運作方法主要是在DNA序列中，於具有差異的位點前後，設計並合成具有專一性、稱為引子的小片段遺傳物質，然後進行聚合酶連鎖反應(PCR)，將成對引子之間的序列增殖放大，最後把產物逐漸升溫熔解。

偵測熔解的方法是在試劑中，添加了可與雙股螺旋結合的如SYBR Green或EvaGreen等螢光染劑，因此在升溫的過程中，一旦產物開始熔解、螢光染劑無法與之結合，螢光強度便會快速下降。因此藉由偵測螢光強度的變化曲線，即可了解產物在什麼溫度熔解，進而將產物分型，由於不同DNA的熔解溫度差異有時不大，在最後一段的升溫過程中必須以高精細度進行緩慢升溫並即時偵測螢光強度，因此稱為高分辨率熔解。

不過由於每個位點在進行試驗及偵測具有些微誤差，因此良好的分子標誌即為在完成聚合酶連鎖反應後，不同產物具有較大的熔解溫度差異，例如應用

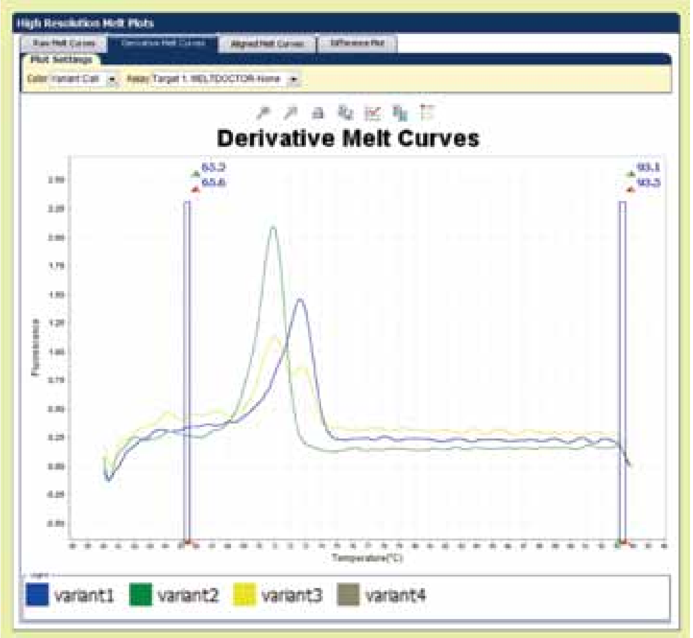
在單一核苷酸多型性時，因為雙股狀態下，成對的核苷酸鍵結的數量影響熔解溫度較大，如該位點是由兩個鍵結的A或T，轉成三個鍵結C或G，相較於兩個鍵結的A和T、或是三個鍵結的C和G彼此互換，會有較好的分型效果。

四、參訪與技術應用心得分享

根據筆者在佛羅里達大學墨西哥灣沿岸教育及推廣中心番茄研究室的研習紀錄，該研究室在每期作的育種過程中，耗時約一個月，大約可抽取5萬株番茄幼苗的遺傳物質，並進行了共約12萬筆的高分辨率熔解分型，所使用的設備為6台一般的PCR機器及1台可進行高分辨率熔解的即時定量聚合酶連鎖反應(real time PCR)機器；人力安排上為1個人負責採樣、2個人進行DNA抽取、PCR試劑配置及上機、以及1個人負責高分辨率結果判讀分析，整個流程相當有效率。

其中，必須有1個人力進行結果判定，是因為目前的電腦軟體系統進行自動分型的效果不佳，還不像其他應用不同螢光進行分型的分子標誌系統來的穩定，仍然需要有經驗的人進行大量圖表的分析判讀；但其他包括採樣、DNA抽取及PCR配置及上機設定已有固定的標準操作流程，操作人員僅須具備一般實驗室操作能力即可穩定進行各項操作。筆者當時即依標準操作流程就可完成各項試劑的配置，顯見這樣的系統已相當穩定。

在成本上，雖然並不清楚詳細的精算過程，但根據對方實驗室表示，他們的耗材成本平均一個資料點大約為25美分。成本較低是該實驗室採用高分辨率熔解系統的主要原因。

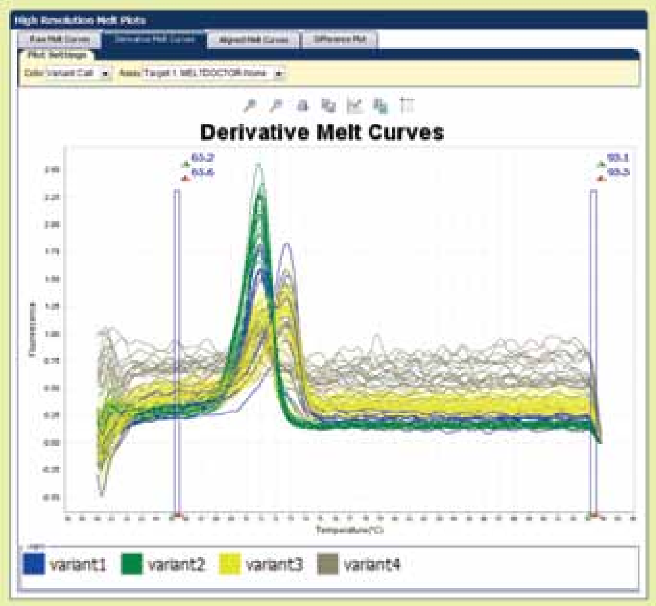


圖一、分子標誌Sw5對照品系的熔解曲線。

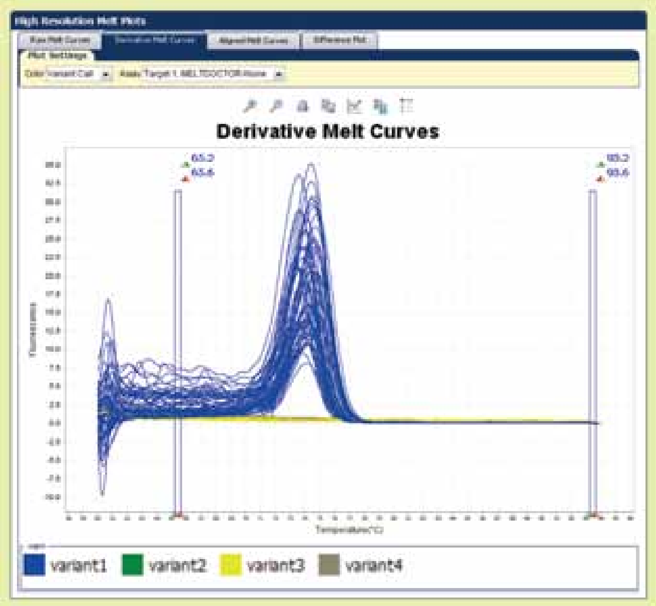
研習結束後，筆者在國內，合成相同序列的引子對，並在考量已有的人力及設備下，選用不同遺傳物質抽取方式、以及不同的PCR試劑、在不同的儀器下，參考各引子對原始的PCR條件進行符合測試試劑的微調，在分子標誌Sw5測試的結果，應用高分辨率熔解系統，已經可以成功地進行分型(圖一)，圖中三種顏色的曲線可清楚區分出不同的型別，但若以整個族群96個樣本來看(圖二)，可觀察到有許多樣本的雜訊較多(灰線)導致

分型不良，以及系統的自動分型判定錯誤，許多藍色線的熔解曲線其實應為綠色線或黃色線。

而應用在分子標誌Fcr的狀況，由於各個位點的熔解溫度誤差較大，且不同DNA之間的熔解溫度差異較小，導致無法有效分型(圖三)。經由檢討實驗流程，推測可能是因為應用快速萃取液進行樣本DNA的萃取時，內含的雜質可能較多所導致，因此將同樣的DNA萃取液進行稀釋，重新進行PCR及高分辨率熔解，結果發現各個樣本的熔解溫度誤差下降，可以進行有效的分型(圖四、圖五)，但是軟體的自動型別判斷仍然無法從曲線的形態中有效的判定出雜合型別。



圖二、分子標誌Sw5整個族群的熔解曲線。



圖三、優化前的分子標誌Fcr整個族群的熔解曲線。

從以上的結果顯示，雖然這些引子對在原先實驗室已經運作非常穩定，但是在不同的DNA萃取方式、不同的PCR試劑與條件及不同的機型運作下，分型的效果可能會有所變化，但大致上經由基本的試驗條件優化後，仍然具有良好的分型能力，確實符合了這個系統具有彈性較大的優點，但型別判讀上仍然須仰賴專業人工辨識分型，影響了整體的分型效率。

至於在耗材成本的估算，實驗室目前使用的是一次可以偵測96個樣本的Real Time PCR機器、每個樣本內總反應試劑體積為相對較高的20 μL、PCR試劑選用原廠較貴的預混液，在這樣的狀況下平均每個資料點的耗材成本約為台幣30.6元，遠低於種植於田間進行外表性狀評估。且若能使用一次偵測384個樣本

的系統或是降低試劑的總反應體積，應可把成本再降低，因此HRM分型系統儘管是剛移植回台灣，部分試劑的單價較高，但從耗材成本來看仍確實具有一定的優勢。

其中最重要的是，一旦要開發新的分子標誌，僅需合成一般新台幣幾百塊的短片段序列作為引子，不必花費上萬元在序列上加掛螢光，在研究上具有絕對的成本優勢。

另外若有大量的樣本的分析需求，前端PCR部分可以使用一般PCR機器運作，產物放大後再將整盤產物改置於較高價之Real Time PCR機器進行高分辨率熔解，降低設備需求。

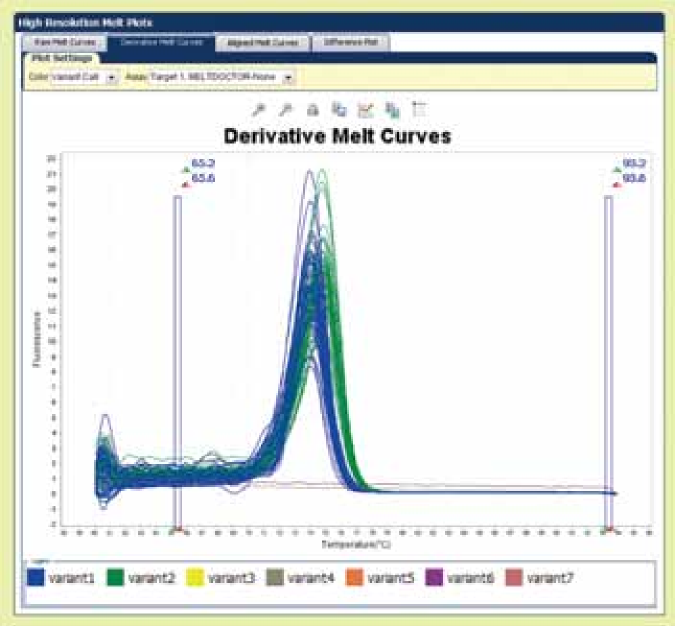
五、結語

目前本所蔬菜研究室透過HRM系統的引入，已具備超過20個番茄的重要抗病特性或其他園藝特性之分子標誌輔助品種選育能力，未來預計將應用於番茄育種計畫中，選育具多重抗病特性之優良番茄品系。

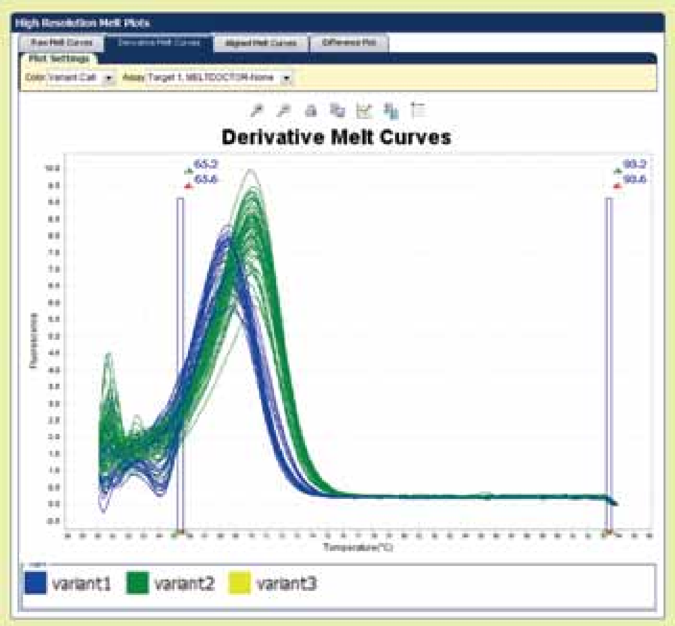
六、參考文獻

Reed GH, Kent JO, Wittwer CT (2007) High-resolution DNA melting analysis for simple and efficient molecular diagnostics. Pharmacogenomics 8:597–608

Majid R. Foolad & Dilip R. Panthee (2012) Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding, Critical Reviews in Plant Sciences, 31:2, 93-123, DOI: 10.1080/07352689.2011.616057



圖四、優化後的分子標誌Fcr整個族群的熔解曲線。



圖五、優化後的分子標誌Ty6整個族群的熔解曲線。

孤挺花組織培養苗量化繁殖技術簡介

農試所生技組 陳威臣 夏奇鋸 曹進義

一、前言

孤挺花 (*Hippeastrum hybridum* Hort.) 原產於熱帶中南美州，主要分佈於巴西、祕魯、墨西哥、智利及阿根廷，為石蒜科 (Amaryllidaceae) 多年生鱗皮鱗莖花卉，又名百枝蓮、石蒜花及喇叭花，栽培品種之花朵色彩鮮豔碩大，具有多樣花色與花型變化，極常應用於盆花、切花及花壇植物，深受歐、美、日等國消費者喜愛。台灣的孤挺花種球供應多從荷蘭進口，近年來國內公民營單位也陸續推出新品種，但在推廣初期常面臨種苗不敷供應之困境，此一問題亟待解決。孤挺花種苗可利用有性繁殖之種子播種，以及無性 (營養) 繁殖之分球、切割、雙鱗片或組織培養等方式，其中組織培養法具有繁殖倍率高、生產週期短、可週年生產等優點，對於種苗數量不足的新品種而言，是快速量產種苗的有效方法。農業試驗所自2015年起執行孤挺花種苗繁殖相關計畫，已建立「台農1號」(' Tainung No.1')、「紅獅」(' Red Lion')及「千禧之星」(' Blossom Peacock') 組培苗生產體系，茲將其組培苗繁殖方式簡介如下，作為新品種孤挺花種苗生產之參考應用。

二、孤挺花組織培養苗量化繁殖技術

孤挺花組織培養苗量化繁殖技術可分為四個階段：(一) 無菌組培苗建立階段、(二) 組培苗增殖階段、(三) 組培苗生長階段及 (四) 組培苗出瓶馴化與鱗莖養成階段。首先說明培植體取得與其消毒方法，藉以建立無菌組培苗；其次探討培植體大小、細胞分裂素及榖胱甘肽 (glutathione) 等對組培苗增殖的影響；接著針對蔗糖、活性炭與巴克素及液固態培養方式，進行其對組培苗的生長影響研究。最後介紹出瓶苗馴化方式，並利用榖胱甘肽噴施處理促進出瓶苗之生長。

(一) 無菌組培苗之建立階段

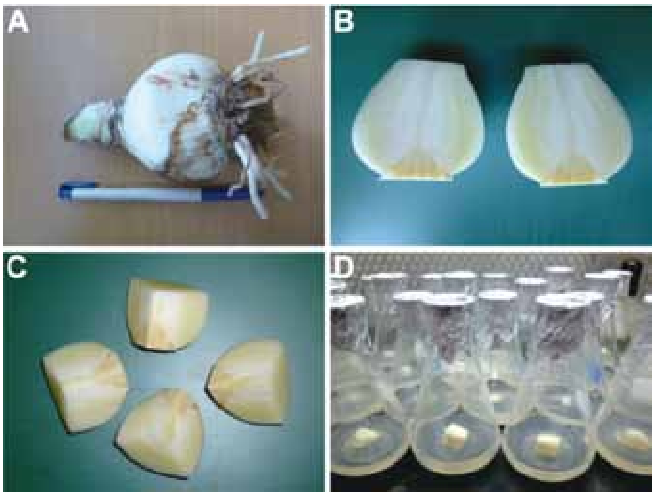
將孤挺花「紅獅」成熟鱗莖去除葉片、基盤、鱗皮及兩層鱗片後，將其十字縱切成1/4鱗莖，而後切除上半段鱗片，留下帶有部分鱗片與短縮莖之下半段，利用1.2%次

作　　者：陳威臣助理研究員
連絡電話：04-23317326

氯酸鈉 (NaOCl) 溶液消毒後，再橫切成適當大小後進行初代培養 (圖一)。比較「台農1號」上半部或下半部短縮莖之培植體消毒效率，結果顯示來自上半部短縮莖之培植體汙染率顯著較低；此外，取自上、下部位短縮莖之培植體於含有1 mg L^{-1}苯甲基腺嘌呤 (benzylamino purine, BA) 與0.1 mg L^{-1} 萘乙酸 (α-naphthalene acetic acid, NAA) 之MS培養基培養8週後，分別約有57%與37%之培植體形成發根組培苗，每培植體約可得1.2苗，且每苗約有3-4條根。利用上述方法已建立「台農1號」、「紅獅」及「千禧之星」無菌組培苗，作為後續試驗的基礎材料。

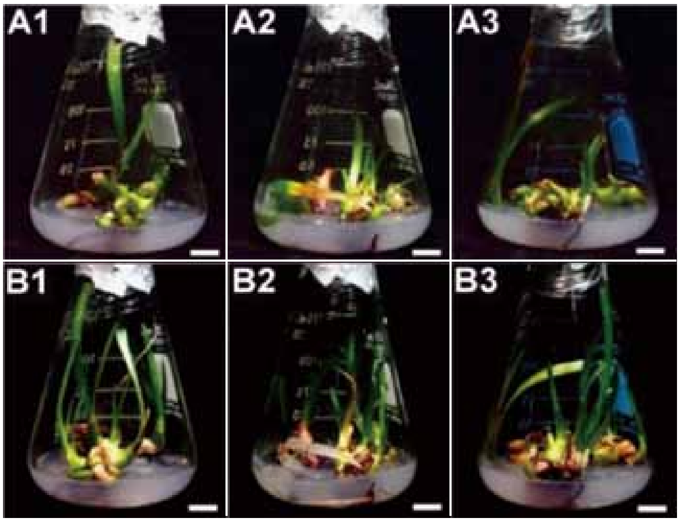
(二) 組織培養苗之增殖階段

A. 培植體大小對組培苗增殖的影響：選取「紅獅」直徑約8 mm之組培鱗莖，以整顆鱗莖或1/2鱗莖為培植體，培養於含有1 mg L^{-1} BA與0.1 mg L^{-1} NAA之MS培養基，結果顯示1/2鱗莖培植體之每一鱗莖平均可形成2-3苗，而整顆鱗莖培植體僅形成1苗。以「千禧之星」1/2或1/4組培鱗莖作為培植體，培養於含有0.2 mg L^{-1} 賽本隆 (thidiazuron, TDZ) 與0.2 mg L^{-1} NAA之MS培養基，兩種培植體之組培苗誘導率均達100%，但以1/4鱗莖處理平均每一鱗莖可誘得4.4苗，顯著高於1/2鱗莖處理之2.0苗。利用「台農1號」直徑約為3、6及9 mm組培鱗莖之1/4鱗莖作為培植體，培養於含有0.2 mg L^{-1} TDZ與0.2 mg L^{-1} NAA之MS培養基，培養達8週與12週時進行調查，結果顯示每一培植體可形成1.1-1.4苗，源自三種組培鱗莖大小之培植體間並無顯著差異，但以源自9 mm鱗莖之培植體生長最快，在培養8週後其組培苗具有最大鱗莖，而持續培養達12週時，則源自6 mm與9 mm鱗莖之培植體間已無顯著差異，但兩者仍顯著大於3mm處理。綜合上述結果，顯示以1/4鱗莖作為培植體的組培苗增殖效果較佳，但其組培苗之鱗莖大小會較1/2鱗莖培植體所得者為小；此外，若培植體來自於較大鱗莖材料，可在較短培養時間內，即獲得具有較大鱗莖之組培苗。圖二為「台農1號」源自不同大小鱗莖之1/4鱗莖培植體，在培養8週與12週後，組培苗增殖與生長的情形。



圖一、利用孤挺花「紅獅」成熟鱗莖建立無菌組織培養苗之情形。(A) 採自田間並洗淨後之成熟鱗莖、(B) 除去葉片、莖基盤及兩層鱗片後對切之1/2鱗莖、(C)切除1/4鱗莖之上半部鱗片、(D) 上述材料經消毒並且切片後，將帶有短縮莖與鱗片基部之培植體，接種於125-mL三角瓶進行培養。

B. 細胞分裂素（BA與TDZ）對組培苗增殖的影響：利用「紅獅」與「千禧之星」直徑約8 mm組培鱗莖之1/2鱗莖培植體，探討BA對組培苗增殖效率之影響，結果顯示兩品種均以2 mg L^{-1} BA處理較佳。而以「紅獅」1/4鱗莖培植體培養於含有不同濃度BA或TDZ 與0.2 mg L^{-1} NAA組合之MS培養基，結果顯示BA或TDZ處理對組培苗增殖之影響並無顯著差異，但其中以0.1 mg L^{-1} TDZ處理之組培苗增殖率最高，經8週培養後可獲得11.6苗，可作為新品種種苗量化之用 (表一)。



圖二、源自孤挺花「台農1 號」不同大小鱗莖之培植體，其組培苗增殖與生長之情形。以鱗莖直徑約3 mm (A1, B1)、6 mm (A2, B2) 及9 mm (A3, B3) 組培苗之1/4鱗莖為培植體，培養於含有0.2 mg L^{-1} TDZ與0.2 mg L^{-1} NAA之MS培養基，培養達8週 (A1, A3) 與12週 (B1, B3) 後，組培苗之增殖與生長情形。Bars = 1 cm。

表一、BA與TDZ濃度對孤挺花「紅獅」1/4鱗莖組培苗增殖之影響

BA	TDZ	NAA	組培苗/培植體 (No.)	組培苗/鱗莖 (No.)
––– (mg L^{-1}) –––				
-	-	0.2	1.8 ± 0.2 b	7.2 ± 0.8b
1	-	0.2	2.1 ± 0.4 ab	8.4 ± 1.6ab
2	-	0.2	2.2 ± 0.3 ab	8.8 ± 1.2ab
4	-	0.2	2.1 ± 0.3 ab	8.4 ± 1.2ab
-	0.1	0.2	2.9 ± 0.3 a	11.6 ± 1.2a
-	0.2	0.2	2.2 ± 0.4 ab	8.8 ± 1.6ab
-	0.4	0.2	2.1 ± 0.4 ab	8.4 ± 1.4 ab

C. 穀胱甘肽（glutathione）對組培苗增殖的影響：利用直徑約7-8 mm之「紅獅」與「千禧之星」組培鱗莖為材料，探討穀胱甘肽對組培苗增殖之影響。結果顯示「紅獅」1/4鱗莖於65.0 μM還原態穀胱甘肽 (reduced glutathione, GSH)或32.5 μM氧化態穀胱甘肽 (oxidized glutathione, GSSG) 溶液中振盪培養2小時後，取出接種於1 mg L^{-1} BA與0.1 mg L^{-1} NAA之MS培養基，於照光環境下培養8週後，每一鱗莖可誘得約12.3苗最佳；但在黑暗環境下，則所有處理不具促進效果。此外，將「千禧之星」1/4鱗莖培養於含有不同濃度GSH或GSSG之液態培養基中，振盪培養4、8及12週後調查組培苗增殖情形，結果顯示65.0 μM GSH在4週之短期培養有助於提高組培苗增殖率，而在延長培養時間至12週時，則以65.0 μM GSH與162.5 μM GSSG處理具有較高之增殖率。

綜合上述結果，顯示以1/4鱗莖培養於含有適量TDZ與NAA之MS培養基中對組培苗增殖效果較佳；此外，將1/4鱗莖培植體以65.0 μM GSH或32.5 μM GSSG溶液浸泡2小時候進行固態培養，或是將1/4鱗莖培養於含有65.0 μM GSH

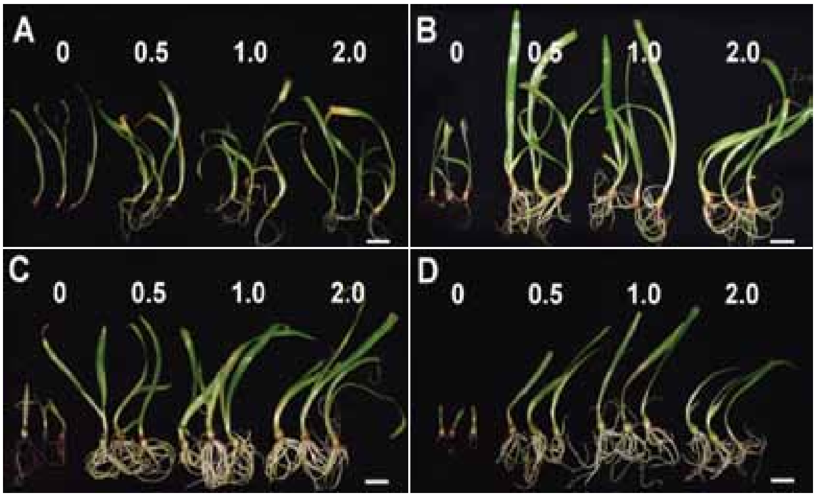
或162.5 μM GSSG液態培養基中培養12週，皆可促進組培苗之增殖效率。

(三) 組織培養苗之生長階段

A. 蔗糖與活性炭對組培苗生長的影響：利用直徑約2-4 mm之「台農1號」組培鱗莖於含有不同蔗糖與活性炭濃度組合培養基中培養，結果顯示當培養基不含活性炭時，以1.5%與3%蔗糖處理對組培苗生長較有利，而6%與9%蔗糖處理對組培苗生長有抑制作用；但是當培養基含有2 g L^{-1} 活性炭時，則是以3%與6%蔗糖處理顯著較1.5%與9%蔗糖處理有較高之組培苗鮮重。後續利用直徑約3-5 mm之組培鱗莖進行試驗，結果顯示6%蔗糖搭配1-2 g L^{-1} 活性炭之處理組合，對於提高組培苗之鱗莖直徑與鮮重最為有利。顯示適當提高蔗糖濃度並添加適量活性炭的培養基組合，對於組培苗之鱗莖直徑、鮮重及根數而言，具有顯著之協同增效作用(圖三)。

B. 液固態兩階段培養方式對組培苗增殖與生長的影響：利用直徑約5 mm之「台農1號」組培鱗莖，培養於含有1 mg L^{-1} BA與0.1mg L^{-1} NAA之液態或固態MS培養基中培養8週 (第一階段)，而後再將未經切割之叢生芽苗團塊作為培植體，直接繼代於相同組成之固態培養基中培養8週 (第二階段)，結果顯示液固態兩階段培養對於組培苗鮮重、葉數及根數的增加具有明顯之效果 (表二)。

C. 巴克素對組培苗增殖與生長的影響：利用直徑約10 mm「紅獅」與「千禧之星」鱗莖培養於含有不同濃度巴克素(paclobutrazol, PBZ) 液態培養基中，結果顯示，對照組鱗莖培養至8週時，部分組培苗出現褐化現象，建議繼代培養間隔時間不宜超過8週。「紅獅」組培鱗莖在50-75 mg L^{-1} PBZ培養條件下，根數顯著高於對照組，但PBZ處理間並無顯

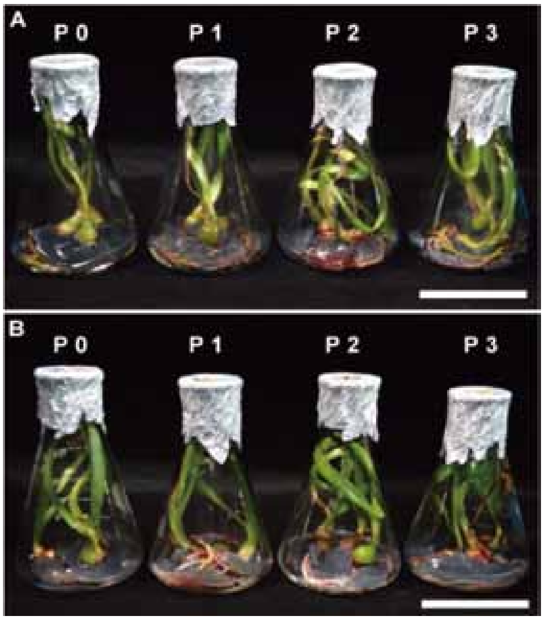


圖三、蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花「台農1號」組培苗生長之影響。以直徑約3-5 mm之組培鱗莖培養於含有1mg L^{-1} BA、0.1mg L^{-1} NAA、不同蔗糖濃度 (1.5、3、6、9%) (A、B、C、D) 及不同活性炭濃度 (0、0.5、1.0、2.0g L^{-1}) 之MS 培養基中，培養達10週時組培苗之生長情形。Bars＝2cm。

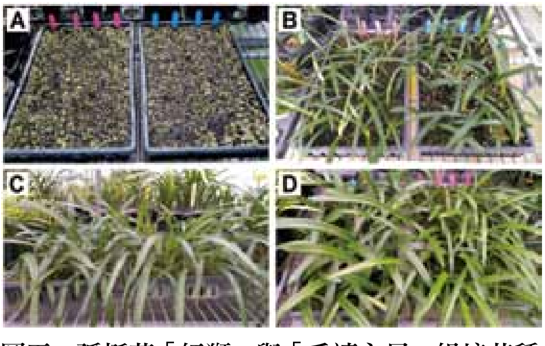
表二、液固態兩階段培養方式對孤挺花「台農1號」組培苗生長之影響

培養方式	鱗莖直徑 (mm)	組培苗鮮重 (g)	葉數 (No.)	根數 (No.)
固態-固態	8.6 ± 0.5 a	1.3 ± 0.2 b	1.8 ± 0.2 b	7.4 ± 0.6 b
液態-固態	9.0 ± 0.2 a	2.2 ± 0.1 a	2.5 ± 0.1 a	9.9 ± 0.4 a

著差異。然而，「千禧之星」鱗莖在25-75 mg L^{-1} PBZ處理下，根系生長受到抑制，且隨著濃度提高根數減少，而75 mg L^{-1} PBZ處理則較對照組具有顯著較短與較寬的葉片。後續進行另一組濃度較低



圖四、巴克素對孤挺花「紅獅」與「千禧之星」組培苗生長與發根之影響。「紅獅」(A) 與「千禧之星」(B) 培養於含有1 mg L^{-1} BA、0.2 mg L^{-1} NAA、6%蔗糖及2g L^{-1} 活性炭，並分別添加0、5、10及20 mg L^{-1}巴克素 (P0、P1、P2及P3) 之MS固態培養基，培養達8週後組培苗之生長情形。Bars＝5 cm。



圖五、孤挺花「紅獅」與「千禧之星」組培苗種植於混合介質 (泥炭苔：蛭石：珍珠石　2：1：1；v/v/v)，於溫室環境栽培達2週 (A)、6週 (B) 及18週 (C、D) 之生長情形。

之試驗，結果顯示，若將PBZ濃度降低至5 mg L^{-1}時，則有促進組培苗鱗莖增大與發根的效果 (圖四)。綜合上述結果顯示，以6%蔗糖並添加1-2 g L^{-1} 活性炭的培養基組合，對於組培苗之鱗莖直徑、鮮重及根數而言，具有顯著的促進效果。此外，液固態兩階段培養方式可顯著提高組培苗鮮重、葉數及根數。將組培鱗莖培養於含有5 mg L^{-1} PBZ之MS培養基，也具有促進組培苗之鱗莖增大與發根的效果。

(四) 組培苗之出瓶馴化與鱗莖養成階段

A. 組培苗之出瓶馴化：將組培瓶苗出瓶洗淨後，剪去部分的葉片與根部，留有約2 cm葉片與1 cm根系，先以免賴得 (benomyl) (50%可濕性粉劑) 1,000倍溶液浸泡30分鐘，取出晾乾後進行種植。利用混合介質 (泥炭苔：蛭石：珍珠石=2：1：1；v/v/v)，在28±4℃之溫室環境下栽培，結果顯示，「千禧之星」與「紅獅」之出瓶苗均可達100%存活率 (圖五)。

B. 穀胱甘肽 (glutathione) 對出瓶苗生長的影響：利用「紅獅」與「千禧之星」出瓶苗為材料，探討穀胱甘肽 (glutathione) 對組培苗瓶外生長之影響。結果顯示「紅獅」具有鱗莖直徑約12 mm之出瓶苗在栽培第9週開始以不同濃度GSH或GSSG溶液噴施處理，而後每4週噴施一次，共處理5次，於停止噴施7週後，調查植株生長情形；結果以162.8 μM GSSG處理之鱗莖直徑27.4 mm與總鮮重36.3 g顯著高於其他處理，顯示特定濃度之GSSG具有促進出瓶苗生

長的效果 (圖六)。綜合上述結果，顯示出瓶苗經殺菌劑溶液浸泡30分鐘並晾乾後，以混合介質種植後於溫室環境下生長，具有高存活率且植株後續生長狀況良好。此外，利用162.8 μM GSSG溶液對出瓶苗進行噴施處理，更對其鱗莖養成具有促進之效果。

四、結語

台灣目前栽植之孤挺花種球多由國外進口，在各試驗改良場與業者的努力下，已陸續推出許多優良品種，在推廣初期常面臨種苗不足的窘境需加以克服。本文針對孤挺花組織培養的初代培養、組培瓶苗增殖與出瓶苗馴化養成之相關技術進行介紹，提供育種者或種苗業者於種苗量產之參考應用。此外，能整合新品種、種苗量產技術及病原微生物檢測技術，進行無病原健康組培種苗生產，作為優質種球養成之基礎，將更進一步提升國產孤挺花產業之競爭力。

五、參考文獻

陳威臣、曹進義、吳姿穎、夏奇鋸。2019。培植體大小、蔗糖及活性炭對孤挺花組培苗增殖與生長之影響。台灣農業研究 68：137–147。

Amani, S. H., H. Zarei, A. Mottallebi Azar, and K. Mashayekhi. 2015. Micropropagation of *Hippeastrum hybridum*. Cumhuriyet Univ. Faculty , Sci. J. (CSJ) 36:594–605.

Siddique, M. N. A., J. Sultana, N. Sultana, and M. M. Hossain. 2007. *Ex vitro* establishment of *in vitro* produced plantlets and bulblets of Hippeastrum (*Hippeastrum hybridum*). Int. J. Sustain. Crop Prod. 2:22-24.

Sultana, J., N. Sultana, M. N. A. Siddique, A. K. M. A. Islam, M. M. Hossain, and T. Hossain. 2010. *In vitro* bulb production in Hippeastrum (*Hippeastrum hybridum*). J. Central European Agri. 11: 469-474.

圖六、孤挺花「紅獅」出瓶苗於不同穀胱甘肽處理條件下，在溫室生長達32週之植株。大苗 (Large；直徑約12 mm) 與小苗 (Small；直徑約8 mm) 以混合介質 (泥炭苔：蛭石：珍珠石 = 2：1：1，體積比) 種植8週後開始處理，每4週噴施純水 (Control)、GSH (162.8、325.7及651.4 μM；GSH-a, -b, -c) 或 GSSG (81.4、162.8及325.7 μM；GSSG-a, -b, -c)，共噴施5次，停止施用7週後調查與拍照；每處理3重複，每重複5株，每15株噴施50 mL穀胱甘肽溶液。Bars = 10 cm。

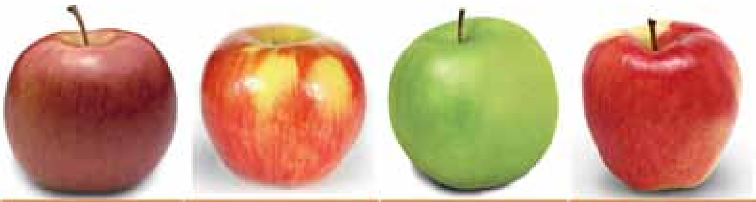
科學化感官品評應用於水果之探討

農試所生技組 劉威廷　中台科技大學 劉伯康

一、前言

「甜不甜？香不香？會不會太軟或太硬？好不好吃?」等感官特性通常是消費者購買水果的主要理由。為了提供品質良好的生鮮農產品，農業研究單位不遺餘力地育成新品種，當這些新品種經歷了數年的育種、選拔、栽種及上市後，感官特性是否讓消費者愉悅，成了購買的關鍵因素。過去品種改良著重在提高產量、耐病蟲害、延長儲架壽命等，感官特性的提升則是較為次要的目標。近年來，各界越來越重視消費者對於產品的喜好及要求，也更加重視各項感官品評的測量技術發展及應用，因此，成功的品種不再只著重於產量與耐病蟲害，更要能滿足消費者的味蕾。例如蘋果的品種繁多，具有各形各色，風味口感也各異其趣，甚至有鮮食、沙拉及烘焙等不同用途，就是為了滿足消費者的各種需求（圖一）。

在新品種推出之際，除了說明栽培及生長特性外，也經常提到感官特性，如香味、口感、甜味，甚至是描述特別的風味（表一）。新品種的外觀、生長特性及如何栽培管理都能透過試驗分析得到客觀、科學的數據，然而在感官特性方面，除了甜度、酸度及物性（如軟硬）等可使用儀器量測外，其他如香味、風味等感官特性，甚至食用後的情緒感受是否也能利用科學的方法測量？



品種名	Fuji	Autumn Glory	Granny Smith	Ambrosia
風味特色	清脆、非常甜	清脆、肉桂甜味	清脆、酸	甜如蜜
適合用途	鮮食	鮮食、沙拉、烘焙	烘焙、醬汁	鮮食、沙拉

圖一、不同品種的蘋果具有不同的風味描述以及用途。（編譯節錄自Best apple網站：https://bestapples.com/varieties-information/varieties/）

作　　者：劉威廷助理研究員
連絡電話：04-23317333

經驗豐富的育種家能在選種時考量各種利弊，挑選出風味優良且合適栽種的品種，但是經由育種家或少數人認定的優良風味，是否表示普羅大眾也能認同？這涉及到許多的面向，包含了文化、教育及行銷等。然而，從市場運作的角度來觀察，能否獲得消費者的喜愛與認同，才是產品能否成功的關鍵因素。

二、科學化感官品評的基本觀念

本文特意強調感官品評的「科學化」，是因為品評常被人們誤以為是一件「主觀」的行為或者認為品評科學是偽科學，可歸咎於將「品評」與「試吃」劃上等號，或是對於品評測試的一知半解，認為「吃」是一件每個人都擅長的事情，而吃了之後的感受又非常主觀。事實上，藉由適當的試驗設計是能將「吃的感受」用科學方法加以紀錄及解釋，甚至利用盲測、隨機給樣、環境控制、適當的品評人數等手段降低或稀釋過於「主觀」的成分，並且利用統計分析獲得客觀且可靠的結果。

每個人的喜好有所不同，若只有一個人來品評，顯然是不可靠的；既使是同一個人品評，也會因生理或心理狀態的不同而影響品評結果；人的感受極易受到環境影響，進而產生不同判斷，例如在過程當中交談、聲音干擾，甚至是樣品的順序、顏色與外觀等都會讓品評員造成心理誤差，這些因素在品評科學化的過程都是需要被控制的，以下說明常見造成誤差的因素：

(一)、樣品的期望

樣品訊息對品評員會產生的影響，如：樣品的顏色，人們對於顏色較紅的蘋果可能覺得較甜，或是外觀較小而有不成熟的感受。品評員事先獲得太多訊息容易造成先入為主的觀念，因此在提供樣品時，不應讓品評員接觸到任何會產生期望的資訊，樣品在評估過程中應該編號並使用隨機3碼（圖二）。

表一、農業試驗所近年發表新品種水果之感官特性與外觀描述

種類	品種名	感官特性	外觀
桃	台農7號（紅鈴）	果實有香味	果型大而圓整，果皮為紅色
紅龍果	台農1號（小甜甜）	具蔗香味，清甜爽口，口感甚優	肉色淡紫紅色，皮色橙紅，果型小
荔枝	台農6號（豔荔）	果肉Q度佳	果大、果皮鮮紅美豔
鳳梨	台農22號（蜜香）	鳳梨特有之風味濃郁	果實圓筒形，成熟時果皮黃稍帶橙紅色
鳳梨	台農23號	帶有芒果香氣、風味富浪漫熱帶風情	果實呈短圓筒形、果肉黃色或橙黃色
蓮霧	台農1號（紫晶）	脆而多汁，更具特殊酸甜的新口感	成熟果為中型果，果色可達深紅、紫紅或暗紫色
蓮霧	台農3號（黑糖芭比）	具有酸甜風味，蒲桃果味較淡	果形大，果皮隆起明顯，呈深紅或暗紅色
酪梨	台農2號（綠金）	質Q味甘	成熟果之果皮圓滑，完熟時果皮為綠色

＊節錄自農業試驗所網站：https://www.tari.gov.tw

(二)、樣品提供順序一致

每次品評的樣品可能不只一個，而相同的樣品順序將嚴重影響品評的結果。例如品評員對於第一個樣品會有較高的期待，因此會給更高或更低的分數，對於最後一個樣品則會因為厭倦而給較低的分數，而靠中間的樣品則會比最後一個受歡迎。因此，提供樣品的順序應為隨機，並且使樣品在特定位置所造成的差異能夠被平均。

(三)、外在環境干擾

品評過程中有外在聲音干擾，尤其是交談對於品評結果影響相當明顯，若在品評過程有人表示某樣品特別好吃，容易造成其他品評員給予該樣品較高的評分，其他如容器顏色、大小也會有所影響。因此品評時應盡量避免交談、干擾、噪音和其他事務。另外，若無專門的品評空間，也可利用簡單的隔間，減少品評員間的干擾，並使品評員能專心品評（圖三）。

圖二、(A) 樣品編號使用1~5，容易使品評員對樣品產生期望。(B) 樣品採用三碼隨機編碼，可避免品評員因數字而對樣品有期望。

(四)、品評方式的誤用

對於受過專業訓練的品評員，或許能使用特別的方法進行品評，例如：專家在品評咖啡時使用啜吸的方式，或要求品評時的咀嚼次數及吞嚥時間等，但是對於一般未受過訓練的消費者而言，這樣的方式雖然看似專業但增加了品評的複雜度，也會脫離消費者真實的反應。

不論是否訓練有素，人都容易產生偏見、疲倦和注意力不集中等問題，為了控制環境、生理與心理因子及降低這些問題所引發的誤差，必須掌握適當的試驗設計與評估方法，例如：減低偏見、適當漱口、安排適當的樣品數和品評時間，選擇適當的評估量表並使用足夠的品評員，都是科學化品評的重要原則。

三、可應用於水果感官特性的品評方法

品評方法有許多種，如何選擇適當的方法應該考慮問題的需求，舉例而言，如何描述某一品種的特殊優良風味，以凸顯與其他品種的不同之處，可以用科學化品評來釐清。以下提出合適應對的品評方法：

(一)、定量描述分析試驗(Quantitative Descriptive Analysis；QDA)

定量描述分析試驗是由一群受過良好訓練的品評員對產品特性提供描述並做定量評估，藉由此方法可以知道一個產品精確的感官特性。例如探討不同品

種的蘋果感官特性差異時，可藉由感官詞庫的建立，進一步了解蘋果在土味、過熟味、麝香味、蜂蜜味、檸檬味、花香味等風味的強弱程度，也可評估如咀嚼感、脆度、多汁、果皮厚度、咀嚼後果肉融化程度等與水果質地有關的差異（表二）。然而這樣的需求與目標通常需要訓練精良的品評小組，小組中的每位成員必須對樣品特徵評估的結果具有一致性和重複性，這表示每個品評員除了基本味覺（酸、甜、苦、鹹）的訓練外，還要針對感官詞彙以標準樣品進行訓練，例如：水果香氣的評估就需使用各種水果風味的精油做為標準品，使每個品評員對於風味的特性及強度感受不會有太大的差異，甚至當某位品評員對於特定氣味感受較敏銳，而容易給出高分時，在訓練後需能將分數下修，倘若仍然與其他品評員有明顯的差異，則可能會被淘汰。一般而言，品評員訓練約需3~6個月，最終合格的品評員依試驗需求要有6~15位，且假設最後需要9位品評員，則接受訓練篩選的人員至少要18位。雖然描述分析可以提供豐富的資訊與可信的結果，卻必須耗費更多時間與金錢進行訓練，導致在產業上的應用受到限制。

(二)、選擇適合項目法(Check-all-that-apply；CATA)

越來越多的證據推翻了傳統上認為消費者無法提供關於產品感官特徵的可靠訊息的概念，在適當的誘導及統計分析下，消費者評估產品感官特徵與受過

圖三、利用簡易隔間減少品評員之間的干擾，使品評員能專心品評。

表二、蘋果的定量描述分析試驗感官品評特性表

類型	特性	定義
口味	酸	果肉與果汁有酸味
	苦	果肉與果汁有苦味
	甜	果肉與果汁有甜味
氣味	泥土	泥土、霉的氣味
	花	花的氣味
	新鮮青蘋果	青草、綠色植物的氣味
	新鮮紅蘋果	成熟蘋果的氣味
	蜂蜜	蜂蜜的氣味
	檸檬	檸檬的氣味
	氧化紅蘋果	氧化紅蘋果的氣味
組織	收斂感	果肉與果汁有乾、收縮的口感
	耐咀嚼	咬碎果肉所需的咀嚼程度
	清脆	咬下一口果肉時有斷裂的聲音和感覺
	多汁	咀嚼果肉時果汁流出的量
	粉粒	果肉有柔軟粉粒口感的程度
	融化	果肉咀嚼數次後溶解的程度
	果皮厚度	咬穿果皮所需用力的程度

註：(編譯節錄自Amyotte et al. 2017)

培訓的評估員提供的信息相似，讓快速描述分析方法得以蓬勃發展。選擇適合項目法在2007年由Adams等人提出後，由於簡單、容易，越來越受到歡迎，是快速描述分析眾方法中的翹楚。選擇適合項目法將重點放在更具有市場代表性的消費者身上，而非經過訓練的品評員，其操作原則是：消費者只需在品評單上勾選認為符合一系列適合該產品特性的描述詞，不需任何訓練。給予的描述詞可多達數十個，涵蓋香味、口感，甚至也可以評估產品認知及食用後的情緒感受，與產品喜歡程度一起評估也不會造成不利影響。這些資訊對於消費者的購買意圖有高度的相關性。

以品評奇異果為例，風味方面的描述詞有熱帶水果味、蘋果味、香蕉味、柑橘味等；質地方面的描述詞有硬、軟、多汁、乾等；口感方面的描述詞有滑順的、融化的、多刺的等。選擇適合項目法操作簡單，對消費者而言是輕鬆易懂的方法，某感官特性被消費者選擇頻率越高，表示該特性感受越明顯，與特性強度會呈現正相關，例如越多人選擇熱帶水果味代表該奇異果品種具有明顯的熱帶水果味，然而，這個方法能定性但不能定量。此外，若有些描述特性沒有被品評員選擇，可能是因為品評員認為該描述特性不適用於此產品、對於選項的猶豫或是沒有注意到這個選項，這些誤差可利用充足的品評員人數來降低。由於選擇適合項目法之品評員皆為未受過訓練的一般消費者，因此品評員人數要較傳統描述分析法需要的更多，約為 60~80 位品評員，方能使結果較穩定，而當產品間差異小時，則必須增加至百人以上。

(三)、剛剛好法(Just-about-right Scale)

剛剛好法，或稱做適合度法，可使用消費者品評員來了解產品特定屬性是否在「剛剛好」的強度。產業界在改進某些產品的過程中，經常會為了調整製程或降低成本，而改用其他原料來取代原來的配方，然而為了維護原有的市場以及客群，必須盡可能的不影響整體風味及品質，因此調整配方的過程中，需以感官品評的方式加以確認。例如當製造商需要更改汽水的甜味配方時，消費者可能要評估其甜味是非常不甜、不太甜、剛剛好、太甜或是非常甜。根據消費者的回答，製造商能夠調整這些特性來增加產品的接受性。由於評估者是消費者，其原則是評估特性必須是消費者容易理解的，也不宜評估太多產品屬性，通常是調整配方時最重要的，在上面的例子中就只有甜度。

剛剛好法也可應用在水果的品評，以甜櫻桃品評研究為例，可將剛剛好法應用在了解消費者對於甜櫻桃軟硬度的接受性，品評之前只需向未受訓練的消費者品評員簡單說明甜櫻桃軟硬度的定義，品評時從量表勾選甜櫻桃樣品的軟硬程度，包含非常軟、太軟、有點軟、剛剛好、有點硬、太硬、非常硬，品評結果與物性儀測得的數據進行比對，當甜櫻桃硬度介於2.52至4.75 N之間時，有

72.9到91.7%的品評員認為軟硬適中，這些結果將來可做為甜櫻桃選種的依據，使產品更符合消費者的期待。

四、結語

不同品種的水果大小顏色各異其趣，在新品種推出時，除了新奇的外觀、色澤能吸引消費者購買外，或許使用消費者認同的描述語來說明產品的香味或風味更能引起注意。舉例而言，在國內受到歡迎的日本麝香味葡萄，究竟消費者認為的麝香味是什麼？甚至也有消費者認為是荔枝味，那麼國內的葡萄品種是否也會有類似的香味？同樣的，其他水果是否也能將一個特殊的香味做為商品名，讓消費者慕名購買？另一方面，近年來坊間流傳益全香米的芋香味不若以往，如此感官特性的變化，或許也能應用描述性分析或選擇適合項目法來探討。現今國內與品評相關的研究報告當中，鮮少針對生鮮農產品進行有規模且系統性的探討，多數屬於市場研究所進行的問卷調查，且較著重在接受性以及消費行為的分析，對於描述農產品感官特性的消費市場研究則著墨較少，期望本文能有拋磚引玉的作用，引發更多將品評方法應用於農產品的構想。

五、參考文獻

劉伯康，莊朝琪。(2016)。食品感官品評-理論與實務（第二版）。

Amyotte, B., Bowen, A. J., Banks, T., Rajcan, I., & Somers, D. J. (2017). Mapping the sensory perception of apple using descriptive sensory evaluation in a genome wide association study. PloS one, 12(2).

Guiné, R. P., Martín-Belloso, O., Mínguez-Mosquera, M. I., Paliyath, G., Pessoa, F. L., Le Quéré, J. L., ... & Stanfield, P. (2010). Handbook of fruit and vegetable flavors. John Wiley and Sons.

Hampson, C. R., Quamme, H. A., Hall, J. W., MacDonald, R. A., King, M. C., & Cliff, M. A. (2000). Sensory evaluation as a selection tool in apple breeding. Euphytica, 111(2), 79-90.

Hampson, C. R., Stanich, K., McKenzie, D. L., Herbert, L., Lu, R., Li, J., & Cliff, M. A. (2014). Determining the optimum firmness for sweet cherries using Just-About-Right sensory methodology. Postharvest biology and technology, 91, 104-111.

Jaeger, S. R., Hunter, D. C., Vidal, L., Chheang, S. L., Ares, G., & Harker, F. R. (2019). Sensory product characterization by consumers using check all that apply questions: Investigations linked to term development using kiwifruit as a case study. Journal of Sensory Studies, 34(3), e12490.

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices. Springer Science & Business Media.

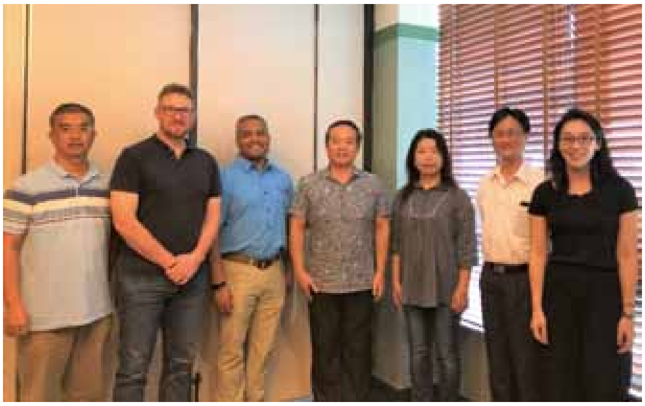
帛琉栽培 咖啡、可可、香莢蘭 作物的評估

農試所嘉義分所 張淑芬　桃園區農業改良場 葉志新

一、前言

帛琉共和國 (Palau) 位於南太平洋北緯7.3度，東經133.3度，面積466平方公里，由8個主要島嶼及340餘個火山岩小島組成，有人居住的島嶼有9個，其餘多為無人島，通稱為帛琉群島 (Palau Islands)，人口多集中於柯羅 (Koror) 州。帛琉傳統產業為農業與漁業，農產品無法自給自足，食品依賴進口，國家主要經濟來源是觀光產業。2015~2018年國民平均所得約17,000 美元，GDP中農業占約3%，服務業78%，農業勞動力占總勞動力1.2%，服務業占86.4%，顯示農業仍有發展的空間。

近年因帛琉遊客數減少降低當地餐廳與飯店的蔬果需求，部分農民面臨產品無法售出收益減少的困境，帛琉農業局亟欲協助農民調適變化維持甚至提高收入，因此規劃開發如咖啡、可可、香莢蘭高價值經濟作物，與州政府、小農及民間企業共同進行種植土地開發、產品加工及市場行銷輔導。但是帛琉沒有咖啡、可可、香莢蘭實務經驗的專家可以輔導農民進行栽培，因此帛琉政府向台灣駐帛琉大使館提出請求，經由國際合作發展基金會聯繫農業委員會，派員前往協助帛琉進行評估咖啡、可可、香莢蘭栽培與輔導的可行性(圖一)。



圖一、駐帛琉大使(中)會晤農委會的咖啡、可可、香莢蘭專家(右三、右二)。

作　　者：張淑芬副研究員
連絡電話：05-2753115

二、帛琉氣候條件

帛琉屬熱帶海洋性氣候，終年高溫多雨，年均溫度27℃，日平均溫度30/31℃，夜平均溫度23/24℃，平均日照時數6~8小時(表一)，年雨量3,600毫米(表二)，平均濕度82%，每年的2至4月為乾季，5月至翌年1月為雨季，少有颱風侵襲，但有暴風雨，因地處低氣壓形成地區，造成颱風形成向北移出影響台灣與菲律賓等地。

三、帛琉咖啡、可可、香莢蘭作物的栽培

帛琉在1914~1945年間的日本殖民時期就有種植咖啡與可可的文獻紀載，帛琉在二戰後的日本殖民時期曾引進阿拉比卡咖啡 (*Coffea arabica* L.)、羅布斯塔咖啡 (*Coffea canephora*)、賴比瑞亞咖啡 (*Coffea Liberia*)，以及Criollo、Forastero、Jaterungo可可樹，在帛琉的柯羅州 (Koror) 實驗站與巴伯爾圖阿普島 (Babelthuap) 實驗站種植。香莢蘭也有在巴伯爾圖阿普島 (Babelthuap) 實驗站種植的紀錄。

1992年間日本國際組織「國際產業精神文化促進會」(The Organization for Industrial, Spiritual and Cultural Advancement –International, 簡稱OISCA) 由巴布亞紐幾內亞引進羅布斯塔咖啡樹品種，種植於帛琉艾梅利克州 (Aimeliik) 的Nekken實驗站，日本國際組織OISCA的工作人員曾經採收咖啡果實後日曬乾燥，再以簡易設施進行烘焙，並將加工咖啡豆賣給帛琉當地飯店。現今日本國際組織OISCA雖已撤離帛琉，但實驗站中仍然種植有羅布斯塔咖啡樹，咖啡樹植株生長良好可開花結果，另外在駐帛琉農技團與帛琉農民協會農場種植有引自日本國際組織OISCA實驗站的羅布斯塔咖啡樹後代，也已經開花結果 (圖二、圖三) 。但是早期引進的阿拉比卡咖啡樹已不復見，近年引進的阿拉比卡咖啡樹在帛琉當地也能順利生長。

在日本國際組織OISCA撤出後留下的艾梅利克州 (Aimeliik) 的Nekken實驗站，仍然種植有成排的可可樹。目前部分會員持續維持Nekken實驗站的運作，種植的可可樹已是多年大型植株，植株

表一、帛琉首都恩吉魯穆德(Ngerulmud)平均溫度與日照時數

月 別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最低溫度 (℃)	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24
最高溫度 (℃)	30	30	30	31	31	31	30	30	30	31	31	31
每日日照時數(hrs)	6	7	8	8	7	6	6	6	7	6	6	6

表二、帛琉艾拉伊(Airai)平均降雨量

月 別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均降雨量(mm)	280	200	190	220	310	395	425	380	315	335	270	300	3620

圖二、駐帛琉農業技術團農場的高大羅布斯塔咖啡樹與果實。

圖三、帛琉農民協會農場的羅布斯塔咖啡樹、紅熟果實。

生長狀態良好，樹勢枝葉茂密生長強健，開花結果情況良好，樹上可見到紅色可可果實 (圖四) 。

在帛琉巴伯爾圖阿普島 (Babelthuap) 實驗站曾有香莢蘭栽種生長狀況良好的紀錄，經由人工授粉情況下，香莢蘭能夠順利的開花結果。雖然目前帛琉沒有種植香莢蘭，但是帛琉當地可見多樣化的蘭科植物生長，如葦草蘭、苞舌蘭、玉鳳蘭、羊耳蒜、石斛、豆蘭等蘭科植物。

四、評估帛琉栽培咖啡、可可及香莢蘭之可行性

(一)、咖啡

咖啡是熱帶及亞熱帶作物，因為受到溫度的限制，咖啡生長的適合區域介於圍繞赤道的南北迴歸線之間，商業性咖啡豆栽培的地區，主要是咖啡樹生長習性的影響，緯度偏北或偏南都不適合栽種。帛琉地理位置在北緯7.3度，東經133.3度，位於可以種植咖啡的區域內，因屬熱帶海洋性氣候，年均溫度達27℃，終年高溫多雨，但少有颱風的侵襲，以阿拉比卡咖啡適合生長溫度為15℃～25℃而言，略為偏高，但當地的日平均溫度達31℃，夜平均溫度23℃，白天的溫度對於阿拉比卡咖啡的生長較為嚴苛，因此需要種植遮蔭樹以遮蔽部分強烈陽光及降低溫度，相對於環境溫度適應性較強的羅布斯塔咖啡，則對於帛琉的環境條件有較強的適應生長能力。

咖啡 (*Coffea* spp.) 主要分為阿拉比卡咖啡 (*Coffea arabica* L.) (圖五)、羅布斯塔咖啡 (*Coffea canephora*)、賴比瑞亞咖啡(*Coffea Liberia*) 三個種，目前世界上的精品級咖啡多以阿拉比卡咖啡為主，占全世界咖啡栽培面積約70%，羅布斯塔多作為商業咖啡的生產，大多作為即溶咖啡等咖啡產品原料，占全世界咖啡栽培面積約30%，賴比瑞亞咖啡只有少數栽培。在帛琉市面上販售的咖啡商品也可以清楚的看出來，知名品牌的精品咖啡原料是阿拉比卡咖啡豆，通常有較高的售價，一般超市中販售有百分之百羅布斯塔咖啡原料製成的即溶咖啡產品，售價則較為低廉。

咖啡可用種子繁殖，或以扦插、嫁接進行無性繁殖，阿拉比卡咖啡因植株較小，在栽植時行株距可採2.5 x 2.5公尺，無其他作物間作時的栽培密度為每公頃1,600株，羅布斯塔咖啡種植行株距為3.0 x 3.0公尺，栽培密度為每公頃1,100株。咖啡樹屬於耐蔭作物，適合涼爽有樹蔭的環境下生長，太強的陽光直射對阿拉比卡咖啡樹的生長會有不利的影響，羅布斯塔咖啡則對強日照有較強的適應能力。15℃～25℃為阿拉比卡咖啡最適生長溫度，若溫度超過25℃光合作用效率會降低，在30 ℃以上持續高溫時，樹葉較易受到傷害，羅布斯塔咖啡能耐較高的溫度，可在溫暖潮濕的熱帶氣候栽培。阿拉比卡咖啡適宜1,500～2,500毫米的年雨量，羅布斯塔咖啡適合2,000～3,000毫米的年雨量，羅布

圖四、帛琉日本國際組織OISCA農場內的可可樹植株與果實。

圖五、阿拉比卡咖啡樹的植株與果實。

斯塔咖啡對氣候條件的適應能力較強，能耐較多的雨水。土壤中的礦物質影響咖啡樹根系的生長，咖啡栽培土質以有機質肥沃壤土為最宜，適合的pH值是在5.2～6.5之間。咖啡樹樹齡第3年到第4年間會開花結果，第5年進入盛產期，一般以3到4年的結果期為一個循環，進行咖啡樹枝條的更新，維持咖啡樹的優良樹勢。

(二)、可可

可可樹是熱帶作物，在海拔300公尺以下熱帶及亞熱帶乾燥與潮濕的地區都有種植，原生長在北緯10度至南緯10度間，現今大多種植在赤道南北緯度20度以內的熱帶氣候區域之間。可可樹適合生長在平均溫度18～28℃及雨量平均的環境，可以耐受較高的溫度到30~32℃，帛琉地理位置位於可可原生地點的相似熱帶氣候地區內，平均氣候溫度條件剛好非常符合，而且因為帛琉當地的雨季時間長，年雨量高達3,600毫米，可可樹喜好較平均的雨量，在高濕度環境下生長良好，適合70~80%相對溼度的環境，也剛好適合帛琉的平均濕度82%氣候環境。

可可 (*Theobroma cacao* L.) (圖六)主要分為克里奧羅(Criollo)、弗拉斯特羅(Forastero)、特里尼塔里歐 (Trinitario) 三種，克里奧羅此亞種的風味有較強的甜味與較少的苦味，具有濃烈的口感、香氣馥郁，作為生產精緻的巧克力原料，但是產量少，大約只佔5%的世界可可產量；弗拉斯特羅亞種的風味雖不如克里奧羅的香氣馥郁，但具有較顯著的花香或果香生產潛力，依產地生產而異，因為生長強健特性，生產量達世界可可產量80%以上；特里尼塔里歐是克里奧羅與弗拉斯特羅的雜交改良品種，具有馥郁香氣與耐病性的生長特點，此品種約占世界可可產量的10~15%比例。可可作物生產的可可豆可加工製成可可膏、可可脂、可可粉，製作各式各樣令人喜愛的巧克力食品與商品。

可可利用種子播種實生苗繁殖，或是以枝條扦插、嫁接、芽接、高壓環剝樹苗等方式無性繁殖，栽培密度為每公頃900～1,300株，種植行株距為2.4×2.4公尺，或是3.6×3.6公尺。可可樹能夠耐較乾燥的環境，植株能夠耐蔭，在遮蔭樹下生長良好。可可樹適合生長溫度為18～28℃，能適應較高的溫度，年平均最高溫度為30~32℃，最低溫度為18~21℃。喜好雨量平均的環境，在高濕度環境下生長良好，適合70~80%相對溼度的環境，年雨量不少於1,000毫米，適合的年雨量在1,500~2,000毫米之間。可可樹適合栽種在具有保水性與排水良好的土壤，有機質多的土壤能讓可可樹生長良好，pH值適合在5.0~7.0之間，以富含3.5%有機質的壤土最適宜。可可樹在樹齡4～7年時開始結果，生長發育較為緩慢，種植經濟收穫期約25年。

(三)、香莢蘭

香莢蘭為蘭科植物，需要溫暖潮濕的環境，帛琉年降雨量3,600 mm，降雨量充足，氣溫23~31° C，四季如夏、

終年多雨，太平洋島國大溪地已經有栽種香莢蘭經驗超過百年，與帛琉氣候條件接近，在有適合遮蔭的樹林下層，應可適合香莢蘭種植。唯帛琉位於北緯7度氣候周年變化不大，低溫在22~23℃之間，香莢蘭開花的溫度需要20~22℃的夜溫刺激，剛好在臨界點，需要有摘除頂芽及限制水分及肥料等技術搭配。帛琉有多樣化的蘭科植物生長，在裸露地有苞舌蘭 (*Spathoglottis plicata*)、葦草蘭 (*Arundina graminifolia*)等地生蘭，樹林下有羊耳蒜 (*Liparis* sp.)、玉鳳蘭 (*Habenaria* sp.)、絨蘭 (*Eria* sp.)，附著樹幹則有小蜘蛛蘭 (*Taeniophyllum glandulosum*)、多種石斛蘭 (*Dendrobium* sp.)、豆蘭 (*Bulbophyllum* sp.)、羊耳蒜 (*Liparis* sp.) 等蘭科植物，顯示該地非常適合蘭科植物生長。

香草物種有110種，香草來自於蘭科植物香莢蘭發酵後的果莢(圖七)，適合生產香草莢並作為貿易商品的物種僅有墨西哥香莢蘭 (*V. planifolia* Andrews)、大花香莢蘭 (*V. pompona* Schiede)及大溪地香莢蘭 (*V. tahitensis* J.W. Moore) 等三種，每種香草都有不同特色，墨西哥香莢蘭是最主要的香草品種，因具有產量高、香草醛含量高的優勢，廣泛應用在食品香料、香精萃取等用途，約佔國際種植面積80%；大溪地香莢蘭果莢較短胖，種子多，雖然香草醛只有墨西哥種的一半，但是因具有茴香醛、茴香醇的特殊香氣，深受甜點師傅喜愛，約佔國際種植面積20%；大花香莢蘭雖然果莢大且種子量最多，但香氣成分較差，面積佔比不到1%。

香莢蘭可由組培苗或扦插方式繁殖，須種植

圖六、可可樹的植株與果實。

圖七、香莢蘭的植株與果莢。

在樹下依附樹幹生長，或搭設遮蔭網以立支柱栽培(遮蔭50~70%)，栽培密度為每公頃2,000株 (林下) 或3,000株 (立柱)。香莢蘭為淺根性植物，地下根主要集中分布表土層10~15cm左右，因此表土保水對根的生長和水分的吸收很重要，建議土壤有機質含量高於3%，pH值在5.5~6.5間，有適度畦面覆蓋。香莢蘭性喜溫暖、潮濕及半遮蔭的環境，適合生長在降雨量2,000~3,000毫米，空氣濕度70~80%，如果濕度或降雨不足，再以噴灌、滴灌、噴霧補充。最適生長溫度為25~32℃，連續低於15℃溫度超過5天，莖蔓生長停滯；持續10℃以下之低溫3~5天，幼嫩的莖葉會凍傷，花芽分化需有20~22℃夜溫刺激，或在涼溫季節藉由去頂芽及限制水分刺激花芽分化。香莢蘭適合的光照強度為300~600 μ mol/m^{2}sec (換算照度約為15,000~30,000 lux)，需有60~70%遮光，種植2~3年後開始開花，第4~5年產量達高峰期，可維持採收8~12年，花朵必須以人工授粉，才能結莢，授粉人力至少3人/分地/天，持續1個月。

圖八、帛琉販售當地製造的糖果與餅乾商品。

五、結語

帛琉氣候屬熱帶海洋性氣候，年均溫度27℃，略高於阿拉比卡咖啡15℃～25℃最適溫度，適合羅布斯塔咖啡生長，也適合可可樹18～28℃最適溫度，以及香莢蘭最適生長溫度的25~32℃範圍內。帛琉高溫多雨，平均濕度82%，年雨量3,600毫米，種植咖啡與可可樹需注意栽培地的排水特性。因少有颱風侵襲，相對也減少咖啡、可可、香莢蘭栽培的逆境風險。未來倘栽培咖啡、可可、香莢蘭需要有完善計畫，進行完備的田區規劃、土壤肥培管理、灌溉設備、以及優良健康苗木的種植，才能確保收穫物的產量與品質。

帛琉共和國主要經濟來源是觀光產業，因應各國觀光人潮販售有各式的商品，其中與咖啡、巧克力及香莢蘭相關的販售商品眾多。咖啡商品有高價的精品咖啡、較低價位的羅布斯塔咖啡原料做成的即溶咖啡，巧克力商品有精品巧克力、超市中的巧克力專櫃商品，香莢蘭應用的相關商品如香草咖啡、香草豆漿、香草冰淇淋等。帛琉雖然可見當地製造商品(圖八)，但是沒有咖啡、巧克力、香莢蘭的生產，原料與商品仍由國外進口，若未來種植咖啡、巧克力、香莢蘭生產原料，可應用於當地製造生產特色商品，有待良好的產業鏈規劃，以協助觀光發展，提高農民收益。

害蟲資訊一把抓~
應用AI人工智慧 農民也能成為害蟲專家

本所109年8月20日新聞稿

農試所應動組 姚美吉 石憲宗

農民在農作物管理時，常遇見許多蟲害問題，需即時查詢、鑑定種類，以尋求適合之防治方法，為快速提供農民如何判斷及後續防治資訊，行政院農業委員會農業試驗所透過聊天機器人互動機制，整合已建置的「農業害蟲智能管理決策系統」，能快速提供害蟲完整資訊，24小時隨時互動服務，是農民的最佳幫手(圖一)。

專家系統輔助聊天機器人依害蟲關鍵字判斷種類

農友在作物栽培過程遇到蟲害問題，通常需要多年經驗養成，才能判斷作物被害現象是哪一類害蟲所引起。為解決農友的困擾，農試所建立智能害蟲平台 (http://azai.tari.gov.tw/aisearch) 及FB粉絲團 (https://pse.is/SJ4JY)，農民只要依栽培作物種類點入系統，透過害蟲聊天機器人以各種圖片、文字問答方式，讓農友可自行比對，使問題逐漸聚焦，最後獲得害蟲清單，再連結至害蟲相關資訊，達成諮詢與自主學習效果。因作物種類及害蟲眾多，目前農試所已完成柑桔類的害蟲資料庫，預計未來將有梨、芒果、紅龍果及稻米等重要作物的資料庫陸續上線! 農試所指出，聊天機器人不只能減輕研究人員負擔，更提供24小時線上客服，能即時透過問答方式，改善以往自行查詢的困擾，更將專家的經驗，完全傳遞給農友。

圖一、Line與智能害蟲平台最佳拍檔-害蟲諮詢小幫手。

5G世代來臨，建立線上互動式諮詢及知識傳遞是未來產業服務的新模式

農試所表示，為利用一般民眾常用的通訊平台，作為問答方式之幫手，該所開發「害蟲諮詢小幫手」聊天機器人，讓農友利用Line群組加入小幫手成為好友，聊天機器人會針對聊天內容進行語意分析，若聊天內容中符合智能害蟲平台昆蟲之關鍵字，即主動推播平台相關害蟲資訊，24小時不打烊，是農業相關群組獲得害蟲資訊的最佳平台。

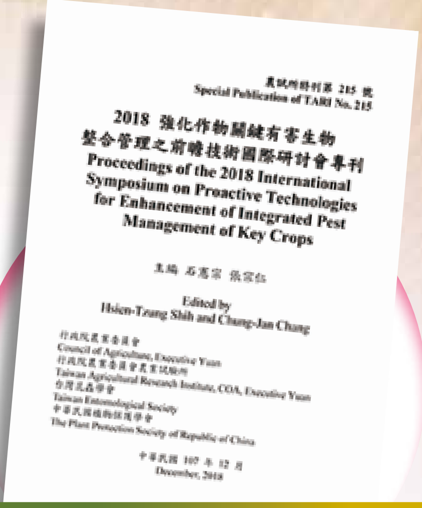
AI (人工智慧) 已逐步應用到病蟲害防治領域，透過該所研發之聊天機器人，使農民宛如專業的害蟲專家。未來在5G時代配合VR技術 (虛擬實境)，結合該所真實領域的害蟲專家的AR (擴增實境) 指導，將能快速、有效解決農民最頭痛之蟲蟲危機。

作　　者：姚美吉副研究員
連絡電話：04-23317615

農業試驗所新書介紹

菇類智慧化生產與農場經營管理研討會專刊

本所特刊第216號



2018強化作物關鍵有害生物整合管理之前瞻技術國際研討會專刊

本所特刊第215號

產業現況及研究發展國際設施研討會論文專刊

本所特刊第214號

符合輸美盆花文心蘭規範之系統性技術栽培手冊

本所特刊第213號

本所出版特刊與農業專刊，內容翔實，印刷精美，是農業從業人員重要參考資料，歡迎下載閱讀。

請參考本所網站(https://www.tari.gov.tw)-出版品-特刊查閱。

技術服務季刊
機構典藏

9 771017 086004
GPN：2007900008
定價：NT$50